Bateş

# BİLİM ANSİKLOPEDİSİ

1

Bateş **BİLİM ANSİKLOPEDİSİ**

kitaplığımıza daha büyük bir zenginlik verecek olan bu Ansiklopedi, genel kültürle birlikte bilim ve teknik konuları üzerinde de en özlü bilgilerle dolu bir başvurma kaynağı olacaktır.

Bu eser üzerine İngiltere basınında çıkan övgü dolu eleştirmelerden ancak birkaçını aktarıyoruz:

"Bilim Ansiklopedisi kimyadan fiziğe, teknolojiden astronomiye kadar çok geniş bir bilgi alanını kapsıyor. Büyük değerde bir eser."

*Books and Booken*
*(Kitaplar ve Kitapçılar)*

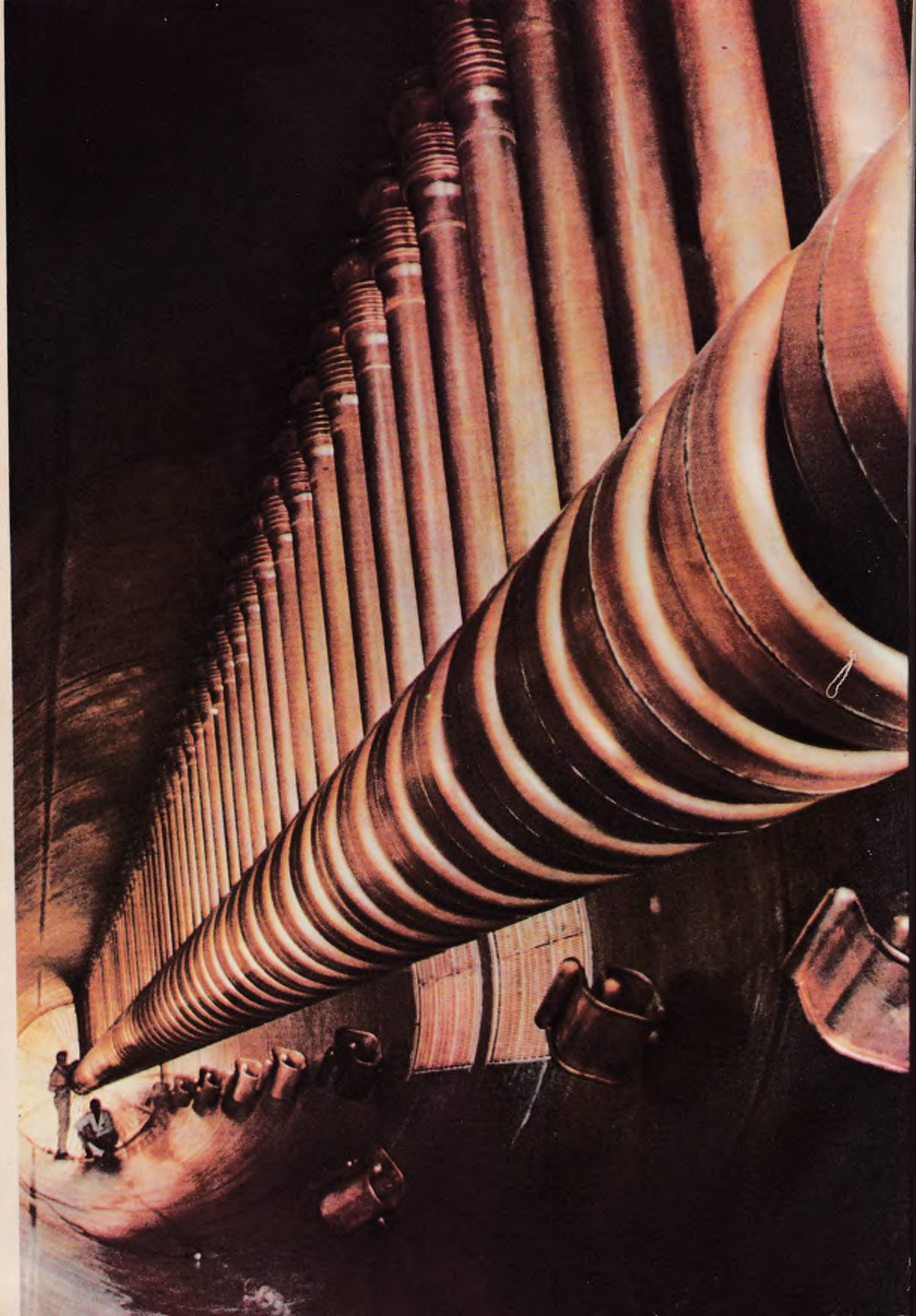
"Yalnız sayfa sayısı, sayfa genişliği bakımından değil, aynı zamanda bir araya topladığı bilgi bakımından da paranızın tam karşılığını veren bir kitap. Ansiklopedide bütün konular üstün bir işleyişle verildiği gibi, ayrıca, okuyanı hiç sıkmayacak rahat, ferah bir şekilde sunulmuştur. Hararetle tavsiye olunur!"

*The School Science Review*
*(Okul Bilim Dergisi)*

Bateş

# BİLİM ANSİKLOPEDİSİ

1



Bateş

# BİLİM ANSİKLOPEDİSİ

Solda: California'da Stamford Üniversitesi'ndeki doğrusal atom parçalayıcısının içi. Yeraltında yapılmış olan parçalayıcının uzunluğu üç kilometre kadardır.

Sağda: Kızıl Gezegen'in –Mars'ın– teleskopla Dünya'dan görünüşü. Gezegenin kutbundaki buz örtüsüne dikkat edin.

*Telif hakkı © B.P.C. Publishers 1977*
*Türkiye için telif hakkı: BATEŞ*
*Türkçe metin. Suna ASIMGİL*
*Teknik Direktör. Hikmet ANDAÇ*
*Bateş A.Ş.nde dizilmiş,*
*Kıral Matbaasında basılmıştır.*
*İstanbul 1979*

PURNELL'S
Science Encyclopedia
İn Colour

"C Purnell and Sons Ltd
by Purnell Books,
Maidenhead, Eng.

Bateş

# BİLİM ANSİKLOPEDİSİ

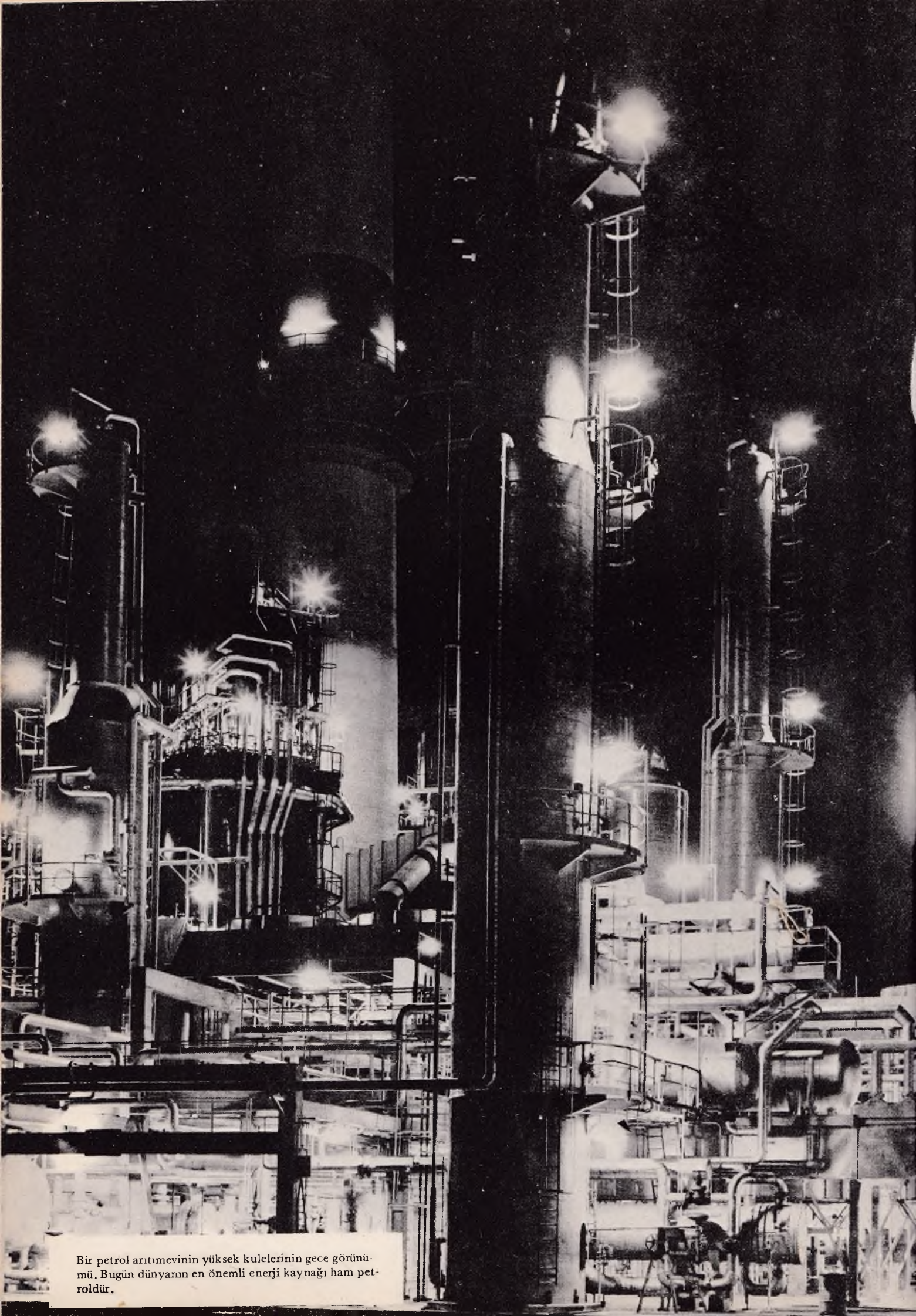
CİLT:1

BATEŞ YAYINLARI

# İçindekiler

| | |
|---|---|
| Uzaya Gönderilen Füzeler | 9 |
| Yapay Uydular | 12 |
| Uzaydan Bilgi Gönderen Uydular | 16 |
| Uzayda İnsan | 18 |
| Uzaya Doğru Adımlar | 20 |
| Ay'a Yolculuk | 24 |
| Atomlar ve Elemanlar | 26 |
| Radyoaktivite | 29 |
| Atom Çağının Öncüleri | 32 |
| Atom Enerjisi | 33 |
| En Çok Kullanılan Plastikler | 36 |
| Plastik Teknolojisi | 38 |
| Elektronik Tayf | 42 |
| Işığın Özellikleri | 44 |
| Renkler | 46 |
| Fotoğraf | 48 |
| Demiryolları ve Lokomotifler | 52 |
| Demiryolu Ulaşımındaki Gelişmeler | 56 |
| Modern Demiryollarının İşleyişi | 58 |
| Yeraltı Trenleri (Metrolar) | 59 |
| Kâğıt | 60 |

| | |
|---|---|
| Kauçuk | 62 |
| Baskı | 64 |
| Isı | 66 |
| Buhar Makineleri ve Türbinler | 68 |
| Kömür ve Kömürden Elde Edilen Gazlar | 70 |
| Petrol ve Doğal Gaz | 72 |
| Elektrik ve Manyetizma | 76 |
| Elektrik Santralları | 81 |
| Çömlekçilik | 84 |
| Cam | 88 |
| Telgraf | 92 |
| Telefon | 94 |
| Ses Kaydı | 96 |
| Elektronik | 98 |
| Radyo ve Televizyon | 100 |
| Bilgisayarlar | 104 |
| Ses | 106 |
| Hidrostatik | 108 |
| Gemiler | 110 |
| Gemi Yapımı ve İşleyişi | 112 |
| Denizaltılar | 114 |



Bir petrol arıtımevinin yüksek kulelerinin gece görünümü. Bugün dünyanın en önemli enerji kaynağı ham petroldür.

# Uzaya gönderilen füzeler

Bugün Uzay Çağı denen bir çağda yaşıyoruz. İnsanoğlu yalnız uzaya gidip dönmekle kalmamış, aynı zamanda başka bir dünyaya —AY'a— da ayak basmayı başarmıştır. İlk yapay uydu olan "Sputnik 1", 1957 yılında dünya çevresinde yörüngeye oturalı beri uzaya yüzlerce insanlı, insansız uzay aracı gönderilmiştir.

Peki, bu nasıl başarılmıştır? Bir uzay aracı Dünya'dan kaldırılıp nasıl uzaya gönderilir ve uzayda kalması nasıl sağlanır?

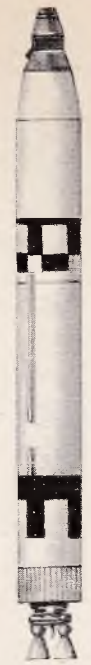
Uydular hızları sayesinde yörüngede kalırlar. Bir uydunun yörüngede kalabilmesi için gereken en düşük hız saatte 28.000 Km.'dir. Bu, normal ölçülere göre son derece yüksek bir hızdır. En hızlı, jet motorlu savaş uçaklarının hızı bile saatte 3.200 Km.'yi ancak geçer.

Öyleyse, saatte 28.000 Km. gibi korkunç bir hızı insanoğlu nasıl elde edebiliyor? Bunun tek karşılığı vardır: Roket motorları sayesinde. Yapay bir uyduyu uzaya fırlatabilecek güçteki tek motor budur. Daha da önemlisi, uzayda çalışabilen tek motor da roket motorudur.

KADEMELİ FÜZELER (ROKETLER)

Herhangi bir cismin yerçekimine karşın havalanıp atmosferde yol alabilmesi ve yörüngeye oturacak hızı sağlayabilmesi için çok büyük miktarda enerjiye gereksinmesi vardır. Dolayısıyla, bu işin başarılabilmesi için bir tek roket yeterli değildir. Bunun için birçok roket üst üste konur. En alttaki roket ötekiler ateşlenmeden ateşlenir ve üsttekilere hız sağlar. Böylece en üstteki roketin yörüngeye girebilecek kadar hızla yol alması sağlanır. Böyle üst üste konmuş ve sırasıyla ateşlenen roketlere ya da füzelere "kademeli füze" denir. Diziyi meydana getiren füzelerin her birine de "kademe" adı verilir. Gerekli gücü sağlayabilmek için, genellikle her füzede birçok roket motoru bulunur.

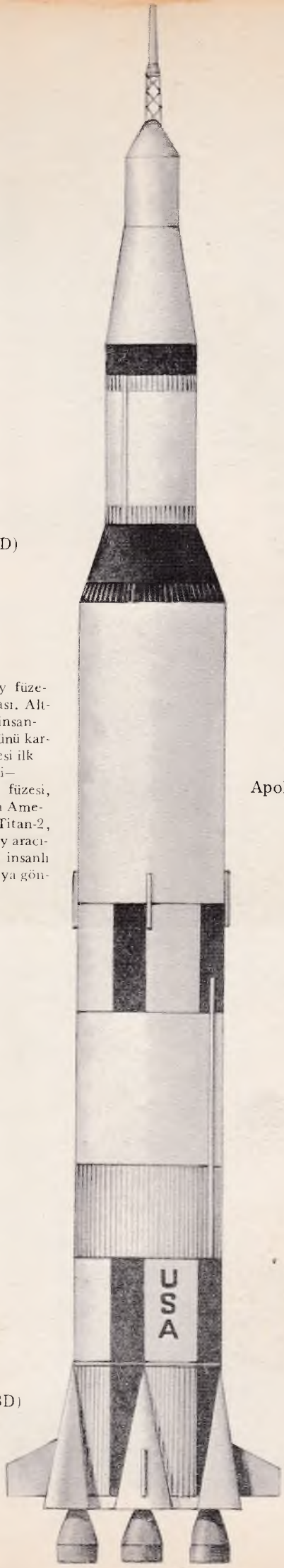
Çoğu uzay araçları üç kademeli füzelerle uzaya fırlatılır. İlk kademe ötekilerden büyüktür. Çünkü yalnız kendisini değil, öbür füzelerle uzay aracını da kaldırmak ve atmosferin en yoğun kesiminde yol almak zorundadır. İlk kademeli füze, yakıtı tükenmeden hemen biriki dakika önce ateş alır. Sonra öbür kademelerden ayrılarak Dünya'ya düşer. İkinci kademenin ateşlenmesi birkaç dakika sürer. Birinci kademenin düşmesi sonucunda hafiflemiş olan uzay aracı, ikinci kademenin ateşlenmesiyle hız ve yükseklik kazanır. Yakıtı tükenince, ikinci kademede de araçtan ayrılıp yeryüzüne düşer. Son olarak üçüncü kademe ateşlenir ve uzay aracını yörüngeye doğru fırlatır. Bütün bunlar 15 dakikadan az bir süre



Gemini-Titan (ABD)

Soyuz (SSCB)

Amerikan ve Rus uzay füzelerinin karşılaştırılması. Altta, soldaki mini mini insanla füzelerin büyüklüğünü karşılaştırın. Vostok füzesi ilk insanı —Yuri Gagarin'i— uzaya fırlattı. Atlas füzesi, Mercury uzay aracıyla Amerikalı astronotları; Titan-2, iki insanlı Gemini uzay aracını; Saturn-V ise üç insanlı Apollo Ay aracını uzaya gönderdi.




Apollo-Saturn V (ABD)

Mercury-Atlas (ABD)

Vostok (SSCB)

Bir Saturn-V üç kademeli füze hareket alanından hızla uzaklaşıyor. İlk kademedeki beş motor birlikte çalışarak, ağır füzeyi yerden kaldıracak 3.375.000 Kg.'lık bir itiş gücü sağlıyorlar. İlk kademedeki motorlar gaz (parafin) ve sıvı oksijen yakar. Daha sonraki kademelerde ise sıvı hidrojenle sıvı oksijen yakılır.

içinde tamamlanır ve uzay aracı öbür füzelerden ayrılarak saatte 28.000 km.'lik bir hızla yol almaya başlar.

İlk kademeli füze, uzay aracını dimdik yukarı doğru fırlatır. Ancak ikinci ve üçüncü kademeler, aracın Dünya çevresinde bir yörüngeye oturabilmesi için, eğimli bir yol izler. İstenen yönde gitmelerini sağlamak için bu kademelerin iki yanında küçük jetler vardır. Ya da roket motorlarının üzerindeki başlıkları döndürülerek araca yön verilir.

## SIVI YAKITLI FÜZELER

Füzeler tıpkı jet motorları gibi, tepkiyle çalışır. Gerekli enerji, motorun içindeki yakıtın yanması sonucunda meydana gelen sıcak gazların tepkisiyle sağlanır. Sıcak gazlar motordan hızla dışarı atılırken motor ileri doğru itilir.

Roket ya da füze motoru jet motorunun tersine, uzayda çalışabilir. Çünkü jet motoru gibi, yakıtını yakabilmek için atmosferdeki oksijene gereksinmesi yoktur. Kendisine gerekli oksijeni içinde taşır. Roket motoruna oksijen sağlayan maddeye "oksidant" denir. Uzay aracını yörüngeye oturtmaya ve daha ileri göndermeye yarayan muazzam füzeler hem oksidant, hem de "sıvı yakıt" taşır. Bunlara "sıvı yakıtlı füze" denir. Sıvı yakıtlı füzelerde genellikle iki tür yakıt kullanılır: Gaz (parafin) ve sıvı hidrojen. Sıvı hidrojen çok soğutulmuş (yaklaşık $-255^{o}C$) hidrojen gazıdır. Gaz halindeki hidrojen bu dereceye kadar soğutulunca sıvı hale gelir. Uzay araçlarında en çok kullanılan oksidant ise sıvı oksijendir. Oksijen de tıpkı hidrojen gibi, soğutularak sıvılaştırılır ve yaklaşık $-185^{o}C$'ta sıvı hale gelir.

## TEPKİYLE HAREKET

Jet motorlu uçaklar gibi, füzeler de tepkiyle hareket ilkesine göre çalışır. Bir füze ya da jet motorunun doğurduğu ileri doğru itilişin nedeni, büyük bir hızla arkaya doğru giden ya da fışkıran gazlara karşı koyan tepkidir. Olayı anlamak için şu basit deneyi yapabilirsiniz: Bir balonu şişirdikten sonra ağzını açıp bırakın. Şişirilmiş balonun ağzı açılınca, içindeki hava arkaya doğru dışarı boşalır. Bu ise balonun öne doğru itilmesine yol açar.

Olayın nasıl gerçekleştiğini anlamak için, balonun içinde neler olup bittiğini düşünmeye çalışın. Balonu şişirip havanın dışarı çıkmasını önlemek için ağzını tıkadığınız zaman, balon hareket etmez. Balonun içindeki havanın basıncı her yönde aynıdır. Balonun karşıt yanlarındaki basınç da, önü ile arkasındaki (ağzı) basınç da eşittir. Balonun ağzını açınca, çerideki hava dışarı fışkırır. Balonun içinde, yanlardaki basınç hâlâ eşittir. Öte yandan, öndeki basınç da hâlâ aynıdır. Ancak arkaya doğru basınç artık yoktur. Çünkü arkadan (balonun ağzından) hava çıkmaktadır. İşte bu yüzden, balonda ileri doğru bir basınç meydana gelir. Bu da balonun ileri doğru fırlamasına yol açar.

Füzelerle jet motorlarında da durum böyledir. Motorun içinde meydana gelen genleşme halindeki sıcak gazların ileri doğru basıncı, aracın ileri doğru fırlamasına yol açar.

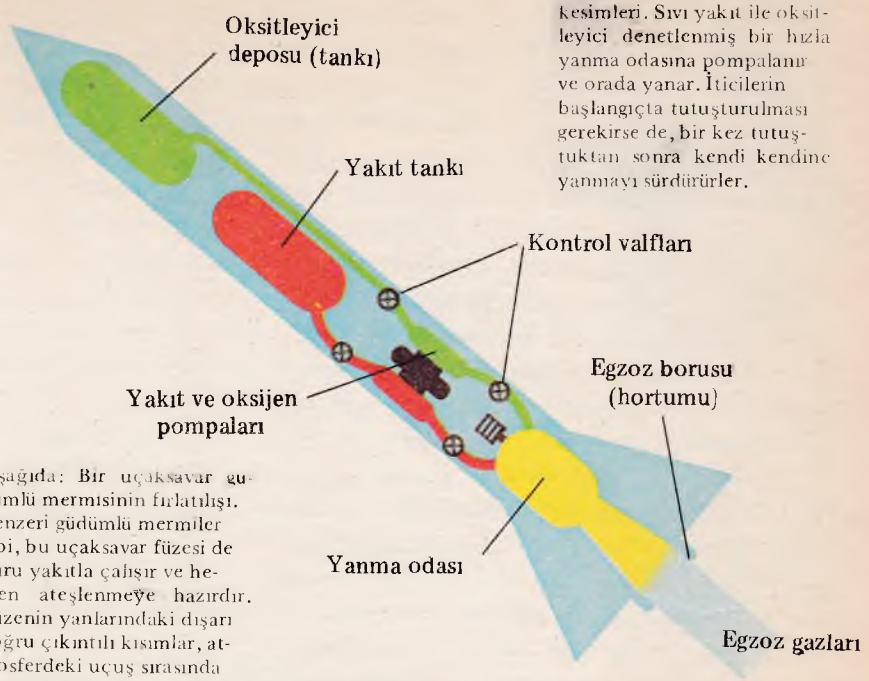
Gerçekte bir dış atmosferin varlığı tepkili harekete engel olur ve motorun gücünü azaltır. Öte yandan, jet motorunun içinde çalışabileceği bir atmosfere de elbet gereksinmesi vardır. Çünkü yakıtını yakmak için gerekli oksijeni bu atmosferden sağlar. Füze ve roketlerin jet motorundan farkı, yanma için gerekli oksijeni içlerinde taşımalarıdır.

Tepki ile hareket ilkesini açıklayan resim. Şişirilmiş bir balonun ağzını açınca gaz çıkarken yarattığı tepki balonu ileri fırlatır.

Roket motoruna gelince: gerçekte çalışması oldukça basittir. Motorun kendisi de hayli küçüktür. Füzelerin bu denli büyük olması, içlerinde taşımak zorunda oldukları muazzam yakıt ve oksidant tanklarından dolayıdır. Motorların uzay aracı gibi ağır bir yükü uzaya fırlatabilmeleri için çok miktarda yakıt yakması gereklidir. Bu miktar saniyede iki tonu, hattâ daha çoğunu bulur. Roket motoru bir ucu açık büyük bir odadan meydana gelmiştir ki buna "yanma odası" adı verilir. Yanma adası geniş bir hortum başı meydana getirecek biçimde dışarıya açılır. Depolama tanklarından gelen yakıt ile oksijen, valflardan geçerek pompalara gelir. Pompalarda ince hortum başlarına ya da enjektörlere (püskürtücülere) pompalanan oksijen ve yakıt, yanma odasına geçer.

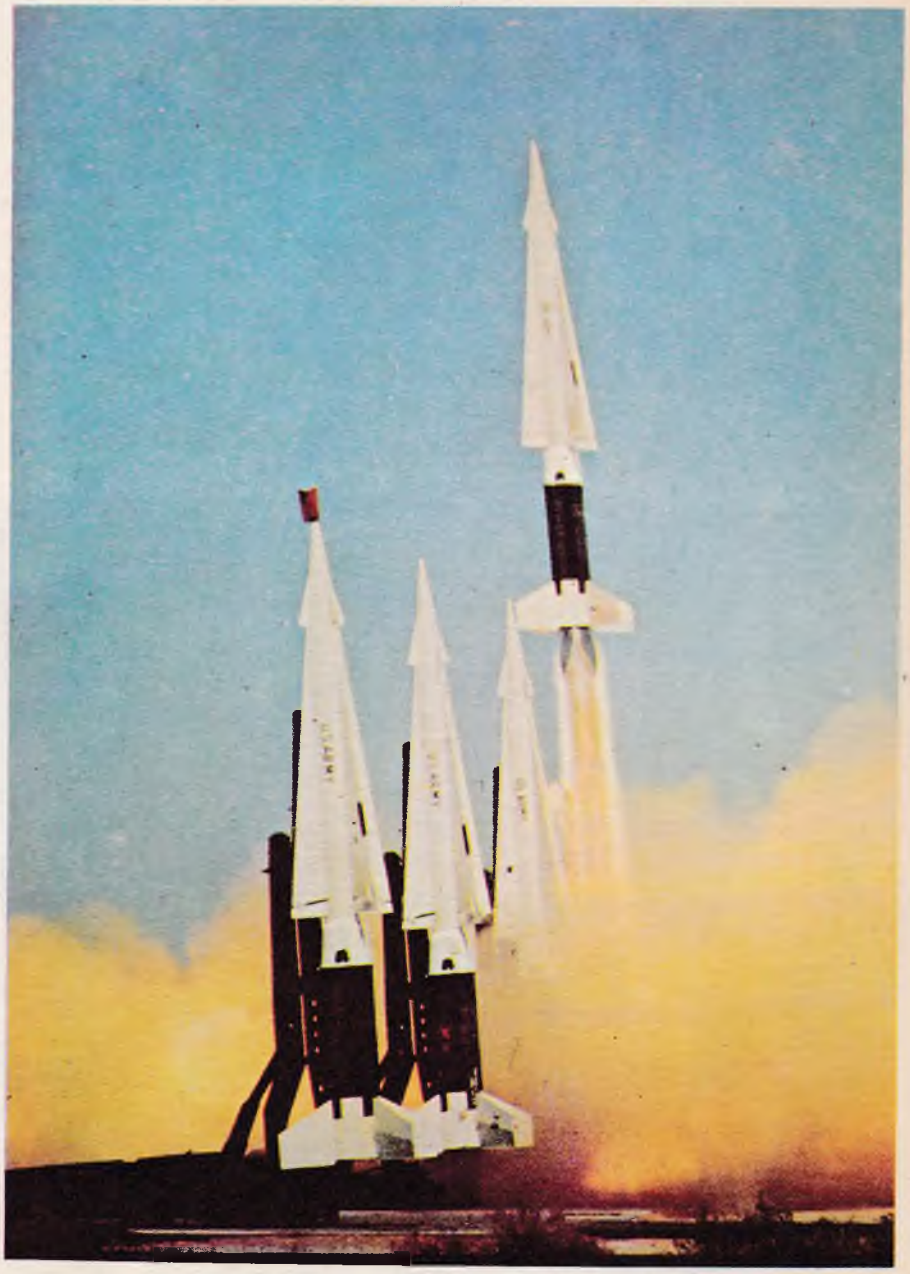
Enjektörler bu iki sıvıyı son derece ince bir sis halinde püskürtür. Öyle ki, sıvılar kolayca birbirleriyle karışarak patlayıcı bir gaz karışımı oluştururlar. Sonra karışım ateşlenir, ya da bir buji yardımıyla kıvılcımlanır (tıpkı otomobil motorlarında olduğu gibi). Yanma sonunda meydana gelen genleşme halindeki sıcak gazlar, son derece yüksek bir hızla yanma odasından egzosa geçer ve dışarı çıkar. Bu yüksek hızlı egzos gazlarının doğurduğu tepkiyle füze ileri doğru fırlar. Bundan sonra füze, sıvıları tükenene ya da istenerek kesilene kadar çalışmasını sürdürür.

Yakıtın yanması sonucunda yanma odasındaki sıcaklık 3.000°C'ı bulur. Bu sıcaklık yanma odasının ve egzosun yapılmış olduğu maddeleri eritebilecek yüksekliktedir. Bundan dolayı bu kesimlerin soğutulması zorunludur. Bu ise, yanma odasına gelen çok soğuk yakıtın yanma odası ve egzos bölmeleri boyunca dolaştırılmasıyla sağlanır.




Sıvı yakıtlı bir füzenin ana kesimleri. Sıvı yakıt ile oksitleyici denetlenmiş bir hızla yanma odasına pompalanır ve orada yanar. İticilerin başlangıçta tutuşturulması gerekirse de, bir kez tutuştuktan sonra kendi kendine yanmayı sürdürürler.

Aşağıda: Bir uçaksavar güdümlü mermisinin fırlatılışı. Benzeri güdümlü mermiler gibi, bu uçaksavar füzesi de kuru yakıtla çalışır ve hemen ateşlenmeye hazırdır. Füzenin yanlarındaki dışarı doğru çıkıntılı kısımlar, atmosferdeki uçuş sırasında dengeyi sağlar.



KURU YAKITLI FÜZELER

Çoğu uzay füzeleri sıvı yakıtlıysa da, kuru yakıtla çalışan füzeler de vardır. Kuru yakıtlı füzeler uzay uçuşlarında pek kullanılmaz. Çünkü hem sıvı yakıtlı füzeler kadar güçlü değildirler, hem de denetlenmeleri daha zordur. Öte yandan, kuru yakıtlı füzeler sıvı yakıtlılardan çok daha basittir. Motorları bir yanma odasıyla egzostan ibarettir. Kuru yakıtlı füzeye örnek olarak bildiğimiz donanma fişeğini gösterebiliriz. Donanma fişeğinde itici gücü barut verir.

Kuru yakıtlı füzelerin sıvı yakıtlı füzelere bir üstünlüğü vardır: Hemen kullanılmaya hazırdırlar. (Bu, özellikle hemen kullanılması gerekebilecek güdümlü mermiler için önemli bir üstünlüktür). Sıvı yakıtlı füzelerde ise, oksidant ile yakıtın füze fırlatılmadan hemen önce doldurulması zorunludur.

# Yapay Uydular

Havaya atılan her şeyin yere düştüğünü günlük deneylerimizle biliriz. Havaya attığımız bir cisim belli bir süre havada yol aldıktan sonra yere düşer. Yere düşmesinin nedeni yerçekimidir. Cismi ne denli kuvvetle havaya fırlatırsak, havada o denli hızlı yol alır ve bir okadar daha geç yere düşer. Bu, bir süre için, hız sayesinde yerçekimini yendiğimiz anlamına gelir. İşte uzay uçuşlarının sırrı da hızdır.

Tutun ki, bir cismi giderek daha büyük bir kuvvetle havaya fırlattınız. Bunun sonucu olarak cisim giderek hız kazandı ve daha uzağa düştü. Belli bir hızı bulunca, cismin yeryüzüne düşme hızı yeryüzünün eğimine tam tamına uyacaktır. Dolayısıyla, bu hızı bulan cisim yeryüzünün üzerinde aynı yükseklikte kalacaktır. Başka bir deyişle, cisim yapay bir uydu haline gelerek yörüngeye girmiştir. "Aynı açıklama" Dünya'nın doğal uydusu olan Ay için de geçerlidir.

Herhangi bir cismin yörüngeye girdiği hıza "yörünge hızı" denir. Yeryüzünden yaklaşık 160 Km. kadar yükseklikte yörünge hızı saatte yaklaşık 28.000 Km. kadardır. Yükseklik arttıkça, yörünge hızı da giderek düşer. Çünkü yerçekimi azalır. Örneğin, 1.600 Km. yükseklikte yörünge hızı saatte 25.300 Km.'ye düşer. Bir uydunun yörüngede kalabilmesi için yörünge hızını koruması gerekir. Çünkü uydunun hızı yörünge hızının altına düşerse, uydu da yeryüzüne doğru düşmeye başlar.

Yapay uydular sayesinde haberleşme alanında büyük ilerlemeler olmuştur. Yanda Muazzam Intelsat uydularından birini görüyorsunuz. Bu uydular Atlas Okyanusu üzerinde durağan bir yörüngeye oturmuştur. Aracın tepesinde yönelici bir anten vardır. Uydunun dışı güneş hücrelerinden oluşmuş, mozaik tarzı bir tabakayla kaplıdır. Sağda)

Meteoroloji uyduları da birçok yararlı işler görür. Dünya çevresindeki hava koşulları üzerinde ışın yoluyla bize birçok yararlı bilgi gönderirler. Bu uyduların çektiği bulutlarla kaplı fotoğraflar özellikle ilgiçekicidir. Bunlara bakarak fırtına bölgeleri hemen saptanabilir. Aşağıda bir meteoroloji uydusunun çektiği bulutlarla kaplı bir fotoğraf görüyorsunuz. Kasırgaların bulunduğu yerlere çeşitli adlar takılmıştır. (Aşağıda)

ATMOSFERİN DİRENCİ

Çoğu yapay uydular Dünya'nın 160 Km. yükseğinde yörüngeye oturacak biçimde uzaya fırlatılır. Uyduların bu denli yükseğe atılmasının nedeni, havanın ya da atmosferin direncinden sakınmak içindir. Uydu daha aşağıya atılacak olursa, havanın direnci uydunun hızını keserek yörünge hızının altına düşürür. O zaman uydu düşmeye başlar. Aşağı doğru düştükçe havanın direnci de artar. Havanın uyduya sürtünmesi dolayısıyla meydana gelen büyük sıcaklık, sonunda uydunun yanmasına neden olabilir. Uzaydan büyük bir hızla Dünya atmosferine giren meteorlar (göktaşları) da sürtünme dolayısıyla yanar. Meteor yanarken alevli bir yol meydana getirir ki biz bunu yerden bakınca bir akanyıldız biçiminde görürüz.

Elbet atmosfer Dünya'nın üzerinde belli bir noktada birden bire sona ermez. Dünya'dan yükseldikçe giderek incelir, en sonunda da uzaya karışır. Yeryüzünden 800 Km. yükseklikte bile zayıf bir atmosfer tabakası vardır. Ancak bu zayıf atmosferin uzay uçuşları üzerinde pek etkisi olmaz.

DURAĞAN YÖRÜNGELER

Bir uydunun Dünya çevresindeki tam bir dönüşüne o uydunun "devir süresi" denir. Dünya'dan 160 Km. yükseklikteki bir uydunun devir süresi, yaklaşık 1,5 saattir. 1.600 Km. yükseklikteki bir uydunun devir süresi ise yaklaşık 2 saattir. Öte yandan, yeryüzünden 35.700 Km. yükseklikteki bir uydunun devir süresi 24 saattir. Bu, elbet çok ilginçtir; çünkü günümüz de 24

saattir. Bir yapay uyduyu Ekvator üzerinden Dünya'nın hareket ettiği yöne doğru 35.700 Km. yükseklikte yörüngeye oturacak biçimde uzaya fırlatırsak, dünyanın bir dönüşünü tamamladığı süre içinde uydunun Dünya çevresinde bir tur attığını görürüz. Başka bir deyişle, Dünya'dan bakan bir gözlemci uyduyu gökyüzünün belli bir noktasında durur gibi görür. Bundan ötürü, 35.700 Km. yükseklikteki yörüngeye "durağan yörünge" adı verilir. Bu yörüngenin haberleşme uyduları için özel bir önemi vardır.

Uyduların Dünya çevresinde bir yuvarlak çizerek döndüğünü söyledik ama, bu tam doğru sayılmaz. Çünkü uyduların yörüngeleri pek ender olarak daire biçimindedir. Çoğu uydular "elips" biçiminde bir yörüngede dönerler. Bu yörünge biçiminden dolayı, uydu Dünya'dan her zaman aynı uzaklıkta olmaz. Yörüngenin Dünya'ya en yakın olduğu noktaya "perigee", en uzak olduğu noktaya ise "apogee" (tepe) denir. Öte yandan, elips biçimi bir yörüngede uydu hep aynı hızla da yol almaz. Dünya'ya en yakın olduğu noktada en hızlı yol alır, Dünya'dan uzaklaştıkça hızı azalır. Tepe noktasında hızı en aza düşer; sonra yeniden hızlanmaya başlayarak, perigee noktasında doruğuna varır.

## UYDU ÇEŞİTLERİ

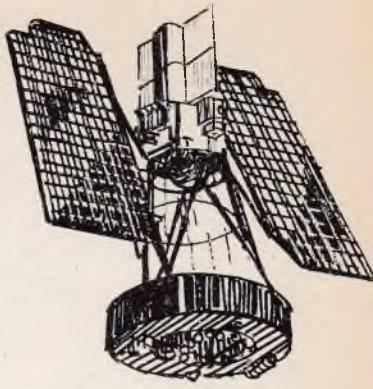
Bir yapay uydunun nasıl yörüngeye oturtulduğunu ve gerisin geri Dünya'ya düşmeden nasıl yörüngede kalabildiğini gördük. Şimdi de yapay uyduların uzayda ne gibi işler yaptıklarını inceleyelim.

Yapay uyduların en yararlısı, hiç kuşkusuz, "haberleşme" uydularıdır. Bunlar telefon ve televizyon sinyallerini bütün dünyaya iletirler. Sinyaller yerdeki bir istasyondan uyduya iletilir. Uydu sinyali alır ve "büyütür" ya da güçlendirir ve güçlenmiş olan sinyali otomatik olarak başka bir yer istasyonuna iletir.

Son geliştirilen uydular —ki "Intelsat" serisi de bunlardandır— aynı ânda birçok televizyon kanalıyla uğraşabilmekte ve yüzlerce telefon konuşmasını iletebilmektedir. Bunlar ilk haberleşme uydularından çok daha yoğun bir "trafiği" kaldırabildikleri gibi, Dünya'dan 35.700 Km. yükseklikte durağan bir yörüngede dururlar. Bu ise Dünya'daki alıcı ve verici istasyonların uydu ile sürekli ilişkide bulunmasını sağlar.

"Hava" ya da "meteoroloji" uydularının da bir çok yararları vardır. Yeryüzünden yüzlerce kilometre yükseklikte yörüngeye oturtulan bu uydular, atmosferin durumu üzerinde çeşitli bilgiler alıp bunları gerisin geri Dünya'ya iletirler. Daha da önemlisi, yeryüzünün üzerindeki bulut oluşumlarının TV fotoğraflarını çekerler. Meteoroloji uzmanları bu filimlere bakarak fırtına ve kasırgaların yolunu saptar, nerede patlayacaklarını önceden kestirir ve meydana gelebilecek zararlara karşı insanları uyarırlar. Meteoroloji uyduları, kendilerini sürekli olarak Dünya'nın değişik kesimleri üzerinde dolaştıran yörüngelere oturtulur. Bu sayede hava koşullarının kaba taslak bir tablosu yapılır.

Uyduların gelecekte "denizcilik" alanında da büyük yararlar sağlayacağı sanılıyor. ABD Deniz Kuvvetleri'nce bir süre kullanılan "Transit" denizcilik uyduları sistemi şimdi ticaret gemilerince de kullanılıyor. Bu sistemi ilk kullanan yolcu gemilerinden biri de Cunard'ın Queen Eliza-



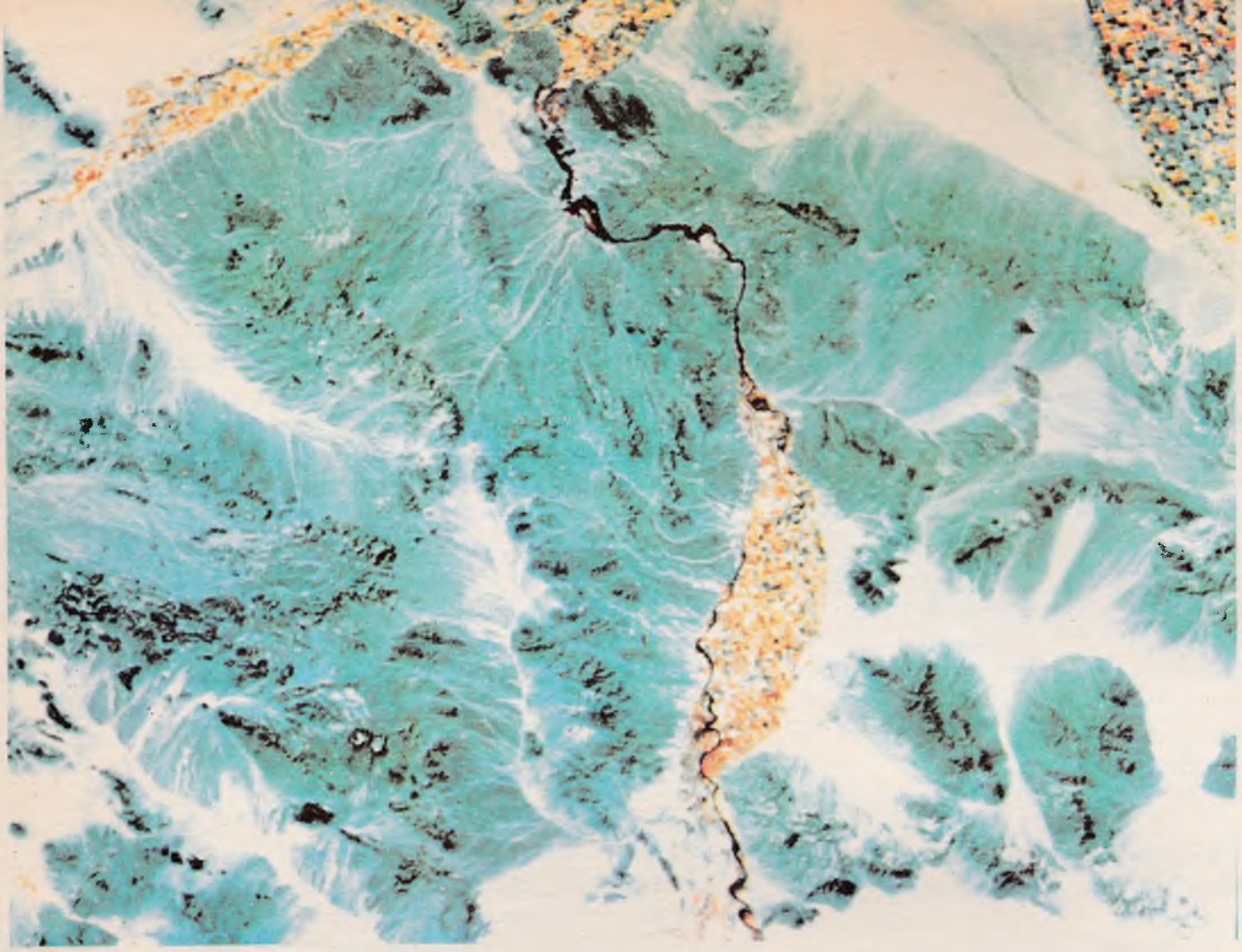
1960'larda A.B.D.'nin fırlattığı Nimbüs meteoroloji uydularından biri. Güneş hücrelerinden oluşmuş "kanat" panelleri, uzay aracının elektrik donatımı için gerekli enerjiyi sağlar.

A.B.D. yapımı bir derin uzay izleme istasyonunun çanak biçimi dev anteni. Uzayın derinliklerindeki uzay araçlarından gelen zayıf sinyalleri alabilmek için böyle muazzam antenlere gereksinme vardır. Bu antenler yönelicidir. Bu sayede uzaydaki aracın yerini tam tamına saptar ve ona göre bildiriler yayınlarlar.

### İZ BULMA

Bilginler uzaya gönderdikleri uzay aracının yerini sürekli bilmek zorundadır. Sık sık uzay aracına sinyaller göndererek talimat verirler. Bunu ise ancak uzay aracının tam yerini bildikleri sürece yapabilirler. Bir uzay aracının rotasını izlemeye "iz bulma" ya da "izleme" denir. İz bulma istasyonları dünyanın çeşitli kesimlerine kurulmuştur. Böylece, içlerinden hiç değilse birinin uzay aracıyla sürekli ilişkide bulunması sağlanır. İzleme istasyonlarının hepsi karada değildir. Örneğin, A.B.D. okyanusların ortasında birçok yüzer izleme istasyonu kurmuştur.

İz bulma işi genellikle "radyo" ve "radar"la yapılır. Radyo ile izlemede, yerdeki istasyonlar uzay aracının gönderdiği radyo sinyallerini alarak aracın rotasını izler. Uzay aracının radarla izlenmesi ise tıpkı uçakların radarla izlenmesine benzer. Yerdeki bir istasyonun gönderdiği radyo sinyalleri, uzay aracına rastlayınca yansır; böylece aracın uzaydaki yeri bulunur. Şu var ki, Dünya'dan binlerce kilometre yükseklikteki bir uzay aracının "yankıları", yerden birkaç kilometre yüksekte uçan bir uçağınkinden çok daha zayıftır. Bundan dolayı, uzay araçlarını izleyen bütün donatımın çok daha duyarlı olması zorunludur. Verici ve alıcı telsiz antenleri bu amaçla muazzam bir çanak biçiminde yapılmıştır. Bunlar uzaya yayınlar gönderebilecek ve uzaydan gelen zayıf sinyalleri alabilecek güçtedir. Her yana dönebilir, böylece uzay aracının gökteki yolunu kolaylıkla izleyebilirler. Çanak biçimi antenlerin en büyüklerinin çapı 60 m.'yi aşkındır.



Yukarıda: Yörüngeye oturmuş bir uydudan Dünya'nın görünüşü.

beth 2 adındaki gemisidir. Bu sistemde özel bir donatım sayesinde uydulardan gelen sinyaller alınır, böylece geminin 200 m. içindeki kesin yeri belirlenir. Üstelik sistem her türlü hava koşulunda çalışabilmektedir.

Yapay uydulardan en çok haberleşme, meteoroloji ve denizcilik alanlarında yararlanılmaktadır. Ancak başka alanlarda kullanılan yapay uydular da vardır; bilimsel araştırma amacıyla uzaya fırlatılan yapay uydular gibi. Bilimsel araştırma uydularında uzayın çeşitli kesimlerindeki koşulları ölçmeye yarayan türlü araçlar vardır. Bunlar ışıma, manyetizma, göktaşları üzerinde çeşitli bilgiler göndererek evren üzerindeki temel bilgilerimizi artırırlar. Uzay Çağı'nın başlarında, bilginler uydulardan aldıkları bilgiler sayesinde Dünya'nın üzerinde çok yükseklerde yoğun ışıma kuşaklarının var olduğunu keşfettiler ve bunlara "Van Allen" kuşakları adını verdiler. Bu kuşaklar bulunmasaydı, uzun süreli insanlı uzay uçuşları için büyük bir tehlike meydana getirebilirdi.

TELEMETRİ

Uzay araçlarının yaptığı gibi, olay ve cisimleri uzaktan ölçme işine "telemetri" denir. Bir uzay aracındaki telemetrik donatımın başında ölçü araçları, teyp ve radyo verici istasyonu gelir. Araç bilgileri küçük elektrik sinyalleri halinde toplar ve uzay gemisi uzayda yol alırken sinyalleri teype verir. Yeryüzündeki bir bilgin bilgileri almak isteyince, uzay gemisine sinyal gönderir. Sinyal radyo verici istasyonunu harekete geçirir. Radyo verici istasyonu da teypteki bilgileri tekrarlar. Bilgin aldığı bilgileri kaydettikten sonra, bildiğimiz fotoğraf ölçülerine dönüştürür.

GÜNEŞ HÜCRELERİ

Bütün aletlerin —teyp, radyo donatımı, vb. gibi— işleyebilmek için enerjiye gereksinmesi vardır. Uzay aracına sıradan bir pil koymak yararsızdır. Çünkü pil çok geçmeden tükenir. Üstelik uzayda pili yeniden doldurmak da olanaksızdır. İşte bu yüzden, çoğu uzay gemilerinde "Güneş pilleri" kullanılır. Bu pillerin dolması için uzayda her zaman var olan Güneş'ten yararlanılır. Güneş pilleri silisyumdan yapılmış birçok minik hücreden meydana gelmiştir. Bu hücrelerin her biri üzerlerine Güneş ışınları vurunca minik elektrik akımları üretirler. Uzay araçlarında sık sık gördüğümüz "kürekler", yüzlerce güneş hücresinden yapılmıştır.

Uzayda kullanılan öbür enerji kaynaklarının başında "yakıt hücresi" ile "radyoaktif jeneratör" gelir. Yakıt hücresi hidrojenle oksijen gazını birleştirerek su oluşturma yoluyla elektrik üretir. Radyoaktif jeneratöre ise, örneğin plutonyumdan yapılmış radyoaktif bir çubuk enerji sağlar.

Karşı sayfada: California Koyu'nun 240 Km. yükseklikten çekilmiş harikulâde bir fotoğrafı. (Fotoğrafın sağı Kuzey'i gösteriyor). Bu tür fotoğraflar haritacılar için paha biçilmez değerdedir. Öte yandan, çiftçilerden tutun da petrol arayıcılarına kadar, daha başka pek çokları yörüngesel fotoğraflardan yararlanır. Gördüğünüz fotoğraf kızıl-ötesi ışınlarında çekilmiştir. Dolayısıyla fotoğrafta sağlıklı yeşil alanlar kırmızı olarak gözüküyor. Bu tür kızıl-ötesi ışınlarda çekilmiş fotoğraflar sayesinde hastalıklı bitki alanları saptanabiliyor.

# Uzaydan Bilgi Gönderen Uydular

Şimdiye kadar Dünya çevresinde yörüngeye oturmuş yapay uyduları inceledik. Ne var ki yapay uyduların birçoğu çok daha uzağa, örneğin Ay'a ve gezegenlere fırlatılmaktadır. Bu uzun erimli uzay araçlarına genellikle "araştırma uyduları" denir. Ruslar ise bunları "zond" diye adlandırırlar. Uzay araştırma uydularında çeşitli araç, gereç ve aygıtlar vardır. Bunlar ısı, ışıma, manyetizma gibi şeyleri ölçer, kaydeder, sonra da elde ettikleri bilgileri Dünya'ya gönderirler. Birçoklarında fotoğraf çekmek için televizyon kameraları bulunur.

Bir Surveyor Ay araştırma uydusu. Ay yüzeyine ilk yumuşak iniş, böyle bir araçla 1966'da gerçekleşti. Bu ilk deneme Ay yüzeyinin sert olduğunu kanıtladı. Çünkü uydunun inişi sırasında Ay yüzeyinde ancak küçük bir çöküntü meydana gelmişti. Surveyor uyduları Ay yüzeyinin yakından çekilmiş yüzlerce fotoğrafını Dünya'ya gönderdiler.

AY'A GÖNDERİLEN ARAŞTIRMA UYDULARI

Ay'a araştırma amacıyla gönderilen ilk yapay uydular, Ay'ın yakınından geçip fotoğraflarını çekmekle yetindiler. Daha sonra gönderilen uydular ise —örneğin "Ranger" serisi— Ay yüzeyinin yakından alınmış fotoğraflarını çektikten sonra yere çakıldılar. Derken Ay yüzeyine yumuşak iniş yapmayı başaran uydular yapıldı; "Surveyor"lar gibi. Surveyor serisi şaşılacak kadar başarılı oldu; hepsi Ay'ın yakından çekilmiş fotoğraflarını Dünya'ya gönderdi. Hattâ içlerinde bazıları Ay yüzeyinden toprak alıp tahlil etmek gibi basit deneyler bile yaptılar. Bir başka uydu serisi ise Ay yörüngesine girerek Ay yüzeyinin ayrıntılı fotoğraflarını çekti.

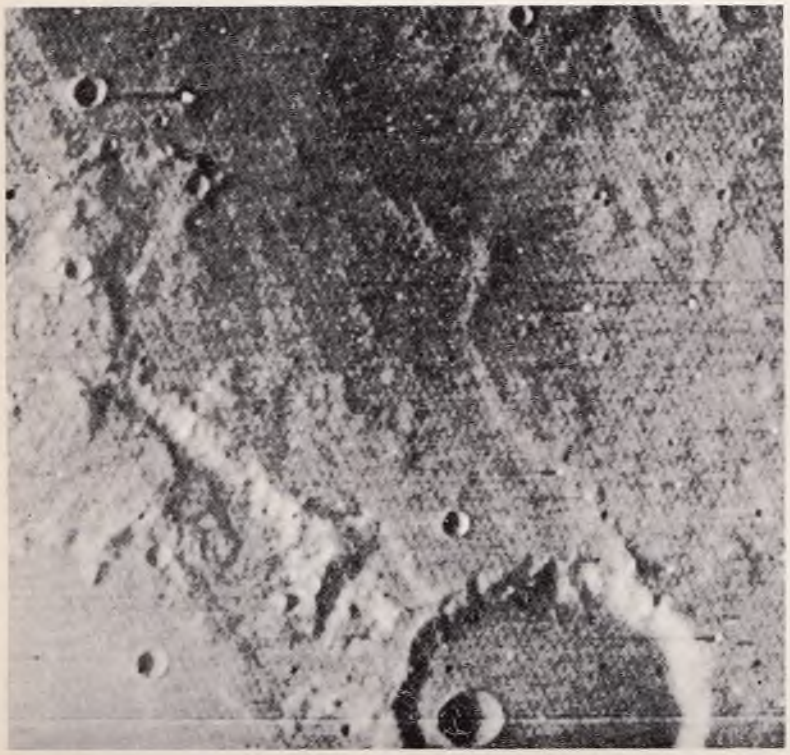
Aşağıda, sağda: Bir Mariner uzay araştırma uydusu. Bu araçların birçoğu Mars'ın fotoğraflarını çekmek üzere uzaya fırlatıldı. Aracın üzerindeki yelkene benzer paneller güneş hücrelerinden meydana gelmiştir. Aşağıda, soldaki resimde ise, 1969'da Mariner-6'nın yüzeyden 3.410 Km. yükseklikten çektiği en yakın fotoğraflardan biri görülüyor. Fotoğraf yaklaşık 117 Km².'lik bir alanı kapsamaktadır. En altta görülen büyük kraterin çapı yaklaşık 24 Km. uzunluktadır.

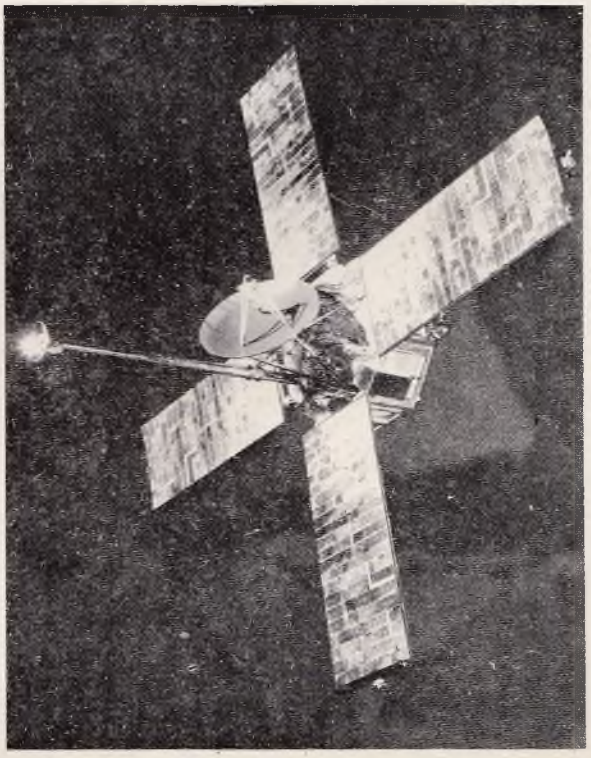
Acaba Ay'a uzay aracı indirmenin ne gibi zorlukları, sorunları vardır? Hiç kuşkusuz, bu, sıradan bir uyduyu yörüngeye oturtmaktan çok daha zor bir iştir. Çünkü Ay'a gidecek uydunun 382.400 Km.'lik bir yolu aşması gereklidir. Dolayısıyla daha büyük bir enerjiye gereksinmesi vardır.

Ay'a ulaşmanın en çabuk yolu, bütün yolculuk boyunca yanabilecek güçlü bir füze göndermek olurdu. Ne var ki, böyle bir füze muazzam miktarda yakıt harcar. Bundan dolayı, daha yavaş olmakla birlikte, yolculuğu daha az yakıtla tamamlayabilecek başka bir yol aranmıştır. Uzay aracının çok miktarda yakıt taşımaması bir kolaylıktır. Çünkü araç nekadar az yakıt taşırsa, okadar çok araç-gereç götürebilir. Yakıt tüketimini azaltmak amacıyla geliştirilen bir yöntemde, araca başlangıç için bir hız verilir; sonra araç kendi kendine hedefe doğru "kaymaya" bırakılır. Bu tekniğe "enerjisiz uçuş" (free fall) denir.

Gerçekte olan ise şudur: Uzay aracı saatte 39.200 Km.'lik bir hızla Ay'a fırlatılır. Bir süre sonra roket motorları durdurulur. Araç yerçekiminin etkisiyle giderek yavaşlar. Dünya'dan 320.000 Km. kadar uzaklaşınca hemen hemen hareketsiz hale gelir. Ancak, bu noktadan başlayarak, Ay'ın çekimi giderek artar ve yerçekiminden daha güçlü olur. Sonunda uzay aracını Ay'a doğru çekmeye başlar.

Uzay aracının hızı gitgide artar. Ay yüzeyine birkaç kilometre kala, aracın hızı saatte 8.000 km.'yi bulur. Araç Ay yörüngesine oturacaksa, ya da Ay'a yumuşak iniş yapacaksa, hızının azaltılması gerekir. Yoksa, Ay'a çakılarak parçalanması işten değildir. Ay'da Dünya'daki gibi bir





Ay'daki Copernicus krateri. Bu fotoğrafı Lunar Orbiter-2 araştırma uydusu 45 Km. yükseklikten çekmiştir. Krater'in tabanından doğru yükselen dağların yüksekliği yaklaşık 300 m. kadardır. Bu yapıdaki merkezi dağ doruklarına Ay'daki birçok büyük kraterde rastlanır. 1967'de ilk çıktığında "yüzyılın fotoğrafı" diye tanımlanan bu fotoğraf, büyük olasılıkla Apollo öncesi Ay fotoğraflarının en iyisidir.

atmosfer yoktur. Dolayısıyla, Ay yüzeyine yakın yol alan bir cismin hızını yavaşlatacak, yani fren işi görecek bir ortam da yoktur. Aracı yavaşlatmanın tek yolu başını ters yöne çevirmek ve roket motorlarını aracın yol aldığı yönde ateşlemektir. Aracın hızı azalıp saatte 4.800 km.'ye düşünce, araç Ay yörüngesine girer. Hız daha da yavaşlatılırsa, araç yörüngeden çıkar ve Ay yüzeyine düşer. Araç düşerken Ay çekiminin etkisiyle hızlanır. Yumuşak iniş yapabilmesi için, yeniden yavaşlatılması gerekir. Bu da retro-frenleme yöntemiyle sağlanır. Bu iş araç Ay yüzeyine yumuşak iniş yapana kadar sürdürülür.

## GEZEGENLERE GÖNDERİLEN ARAŞTIRMA UYDULARI

Gezegenlere yapay uydular göndermek hiç kuşku yok ki, Ay'a uydu göndermekten çok daha zordur. Gezegenler Dünya'dan çok daha uzak olduklarından, bunlara gönderilen uyduların yerlerine varması da, denetlenmesi de güçtür. Ayrıca bunlarla haberleşme olanakları da daha kısıtlıdır. Dünyaya en yakın gezegenler Venüs ile Mars'tır. Bu iki gezegenin Dünya'ya uzaklıkları, Dünya'ya en yakın oldukları noktada bile 38.400.000 ve 54.400.000 Km.'yi bulur. Boyutları ve Güneş Sistemi'ndeki durumları bakımından Dünya'mıza en çok benzeyen gezegenler Venüs ile Mars'tır. Bu yüzden çoktandır bu iki gezegende hayat olabileceğine dair görüşler ortaya atılagelmektedir. Ne var ki, her iki gezegene de gönderilen araştırma uyduları, buralarda en ilkel canlıların bile yaşayamayacağını ortaya koymuştur. Öbür gezegenlere gelince: bunlarda canlıların var olma olasılığı daha da azdır. Bildiğimiz kadarıyla Merkür canlıların yaşayamayacağı kadar sıcak, Jüpiter ile dış gezegenler ise çok soğuktur.

Bir araştırma uydusunun Dünya'dan başka bir gezegene gidebilmesi için, yerçekiminden büsbütün kurtulması gerekir. Ancak yerçekiminden kurtulduktan sonra Dünya'nın Güneş çevresindeki yörüngesinden uzaklaşıp başka bir gezegenin yörüngesine yönelebilir. Uydunun yerçekiminden kurtulabilmesi için gereken en az hız, saatte 40.000 Km.'dir. Bu hıza "kurtulma hızı" denir. Bir araştırma uydusunu saatte yaklaşık 41.600 Km.'lik bir hızla Dünya'nın yörüngesinde hareket ettiği yönde uzaya fırlatacak olursak, uydu Dünya'nın yörüngesinden çıkarak Mars yörüngesine doğru yol alır. Uyduyu gene aynı hızla, ama Dünya'nın hareket ettiği yöne ters yönde uzaya fırlatırsak, bu kez de Venüs'ün yörüngesine doğru yönelir. Uydunun Dünya görüngesinden başka bir gezegenin yörüngesine varmak için aştığı yola "geçiş yörüngesi" denir.

# Uzayda İnsan

1961 nisanında Yuri Gagarin "Vostok 1" uzay aracıyla ilk insanlı uzay yolculuğuna öncülük etti. Gagarin böylece ilk "kozmonot" (Ruslar uzay pilotlarına kozmonot derler) oldu. Amerikalılar ise uzay pilotlarına "astronot" derler. Her iki ad da "yıldızlara yolculuk" gibi bir anlama gelir. Astronotlar daha yıldızlara ulaşamadılarsa da, Ay'a varmayı başarmışlardır. Ay'a ilk ayak basan insan Amerikalı sivil astronot Neil Armstrong oldu (1969 temmuzu).

## UZAY GEMİSİ VE YAŞAMA OLANAĞI SAĞLAYAN SİSTEM

Bir uzay aracı iki kesimden meydana gelmiştir: Personel bölümü ve donatım bölümü. (Apollo uzay aracında bu bölümlere "Komuta modülü" ve "servis (hizmet) modülü" adı verilmiştir. Apollo'da ayrıca bir "Ay örümceği" ya da "Ay modülü" vardı; astronotlar bu araçla Ay'a inip yüzeyde dolaştılar).

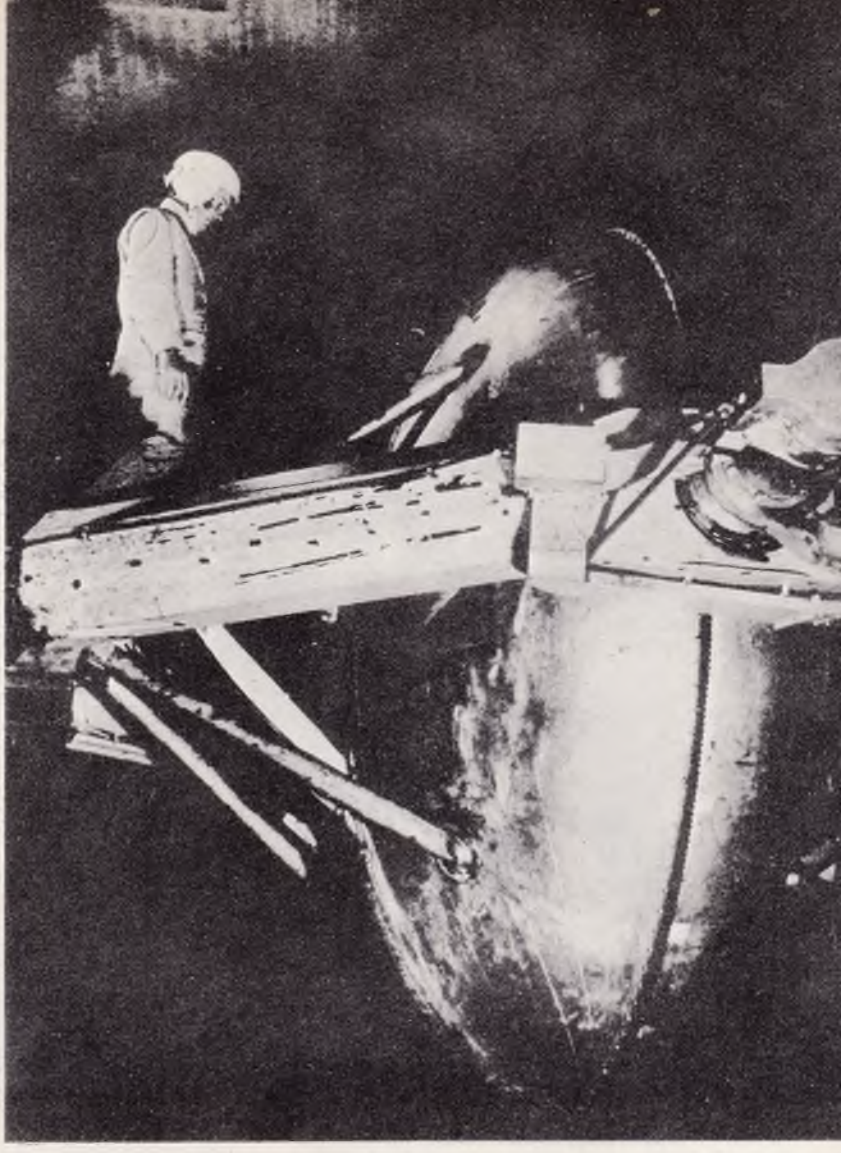
Personel bölümü uzayda astronotların yaşadığı bölümdür. Burada astronotların uzanabileceği yataklardan başka, aracın bütün kontrolları, aletler, elektronik beyin ve haberleşme donatımı vardır. Astronotlar bütün bunların yardımıyla uzay aracını denetlerler. Personel bölümünde ayrıca küçük manevra motorları bulunur. Astronot bu motorlar yardımıyla uzayda aracın durumunu değiştirir. Uzay aracının yeryüzüne geri dönen tek bölümü personel bölümüdür.

Donatım bölümünde ana enerji depoları, roket motoru ile yakıt ve "yaşama olanağı sağlayan sistem" bulunur. Personel bölümüne taze havayı bu sistem sağlar; bayat havayı ve kokuları giderir; gerekli nemi ve ısıyı korur. Uçuş sırasında personel genellikle bu sistemin sağladığı havayı solunur. Çünkü hepimizin bildiği gibi, uzayda hava yoktur.

Astronotlar uzay aracından çıkacakları zaman, özel "uzay giysileri" giyerler. Uzay elbisesi taşınabilir bir yaşama sistemine bağlıdır. Bu sistem araçtaki yaşama olanağı sağlayan sistemin bir benzeridir. Uzay elbisesi gerçekte Dünya atmosferinin yerini tutar; astronotu aşağı doğru bastırarak uzayda kolay hareket etmesini sağlar; taze hava verir; ısınmasına yardım eder ve zararlı ışımadan korur. Uzay elbisesi bütün bu görevleri yerine getirebilecek biçimde yapılmıştır ve çeşitli işlere yarayan birçok tabakadan meydana gelmiştir.

## UZAYA FIRLATILIŞ

Bir insanın uzaya fırlatılması bir maden parçasının uzaya fırlatılması kadar kolay değildir. Maden çeşitli işlemlerden geçirilerek korkunç basınçlara, gerilimlere karşı dayanıklılık kazanabilir; kırılmaz hale getirilebilir. Ama et ve kandan meydana gelmiş bir insan öyle değildir; madenden çok daha duyarlıdır. Füzenin fırlatılışı sırasındaki hızlanma gerçekten korkunçtur. Füzenin güçlü motorları uzay aracını saatte 28.000 Km. hızla füzenin geri kalan kesimlerinden ayırıp uzaya doğru fırlatır. Bütün bu işlem ise ancak 12 dakika kadar sürer! Çok hızlı bir asansöre bindiyseniz, yükselirken insanın içini nasıl tatsız bir duygunun kapladığını bilirsiniz. Mideniz adeta ağzınıza gelir. Hızlanmanın doğurduğu bu tür etkilere "G-kuvvetleri" denir. Burada G yerçekiminin neden olduğu ivme (hızlanma) anlamına gelir.



Amerikalı astronotlar santrifüj makinesine giriyor. Makinenin içinde astronot bir sandalyeye kayışlarla bağlanacak, sonra yüksek bir hızla dönmeye başlayacak. Böylece astronotun uzaya fırlatılış ve Dünya'ya dönüş sırasında göğüs germek zorunda kalacağı yüksek "G" kuvvetlerinin bir taklidi olan merkezkaç kuvvetlere alışması sağlanır. Santrifüj makinesinin içinde kaldığı sürelerde, astronot 10 G'ye, yani yerçekimi ivmesinin 10 katına yakın bir ivmeye göğüs germeye alışır.

Giderek hızlanan bir uzay füzesinde G-kuvvetlerinin ne denli büyük olduğunu düşünmek zor değil. Böylesine büyük güçlere dayanabilmek için astronotlar kalkış sırasında sırtüstü yatmak zorundadırlar. Şişirilmiş yataklara uzanıp kayışlarla kendilerini sıkıca bağlarlar. Eğitimleri sırasında bedenleri bu tür güçlere karşı hazırlanmış, alıştırılmıştır.

Fırlatılış sırasında astronotların ağırlığı Dünya'dakinin on katına çıkar. Buna karşın, araç yükselip yörüngeye girdikten sonra astronotlar

"ağırlıksız" hale gelir! Yörüngeye giren araç bir halka, daha doğrusu bir elips çizecek biçimde yoluna devam eder. Aracın yörüngede dönüşü sırasında meydana gelen merkezkaç, yani dışa doğru kuvvet, yerçekiminin içe doğru çekişini giderir. Dolayısıyla, uzayda hiçbir şey düşemez. Astronotlar uzayda uçar gibi hareket eder, isterlerse aracın tavanında "yatar" ya da havada taklak atabilirler. Üstelik bütün bunları pek az güç harcayarak yapabilirler. Ancak, ağırlıksız olmanın birçok üstünlükleri varsa da, sakıncaları da vardır.

Örneğin yiyip içmek enikonu bir sorun haline gelir. Astronotlar bir bardaktan su içemezler. Çünkü su bardaktan dökülmez. Bardak başaşağı da çevrilse, su olduğu yerde kalır! Bundan dolayı astronotların içecekleri içecekler diş macunu tüpüne benzer tüplerde saklanır.

DÜNYAYA DÖNÜŞ VE İNİŞ

Uzaydan, örneğin Ay'dan dönen astronotlar saatte yaklaşık 40.000 Km.'lik bir hızla Dünya'ya yaklaşırlar. Yeryüzüne tehlikesizce inebilmeleri için bu hızın yavaşlatılması, saatte birkaç kilometreye indirilmesi zorunludur. Uzaya fırlatılış sırasında nasıl korkunç bir hızlanma varsa, yeryüzüne iniş sırasında da korkunç bir yavaşlama olur. Tıpkı hızlanma sırasında olduğu gibi, yavaşlamaya da dayanabilmek için, astronotlar sırtüstü uzanırlar. Daha önce de belirttiğimiz gibi, uzay aracının Dünya'ya geri dönen tek parçası personel bölümüdür. Öbür parçalar ya da bölümler personel bölümü yeniden atmosfere girmeden önce araçtan ayrılır.

Atmosfer uzay aracı üzerinde güçlü bir fren etkisi yapar. Saatte 40.000 Km. hızla yol alan bir cismin üzerindeki aerodinamik hava direnci büyüktür. Araçla hava arasındaki sürtünme, büyük bir sıcaklık meydana gelmesine yol açar. Sıcaklık okadar yükselir ki, uzay aracının bir göktaşı ya da akanyıldız gibi yanmasına neden olabilir. Bunu önlemek için, uzay aracının tabanı (çünkü atmosfere ilkin taban girer) çok özel bir tabakadan yapılmıştır ki buna "sıcak siperi" denir. Sıcak siperi plastik, amyant ve daha birçok maddenin karıştırılmasıyla yapılır. En büyük özelliği sıcakta erimemesidir. Atmosfer Dünya'ya dönüş yolundaki uzay aracının hızını yavaşlatırken, sıcak siperi içerdeki astronotları yüksek sıcaklıktan korur.

Aracın hızı yeterince düşünce, üstünde paraşütler açılır ve aracın Dünya'ya yumuşak iniş yapmasını sağlar. Amerikalı astronotlar hep denize inerler. Rus kozmonotları ise karaya inmeyi yeğ tutarlar. Elbet karaya inmek için değişik bir teknikten yararlanırlar. Kozmonotlar çoğu kez uzay aracının içinde yere inerler; aracın altındaki retro-roketleri kullanarak, yavaşlamayı sağlarlar. Ya da araç yere değmeden hemen önce paraşütle yere atlarlar.

Amerikalı astronot Edwin Aldrin'in Ay'da ilk insan ünvanını alan arkadaşı Neil Armstrong tarafından çekilmiş fotoğrafı. Aldrin'in altın kaplama güneş siperinde fotoğrafı çekenle Ay modülünün hayali görülüyor. Astronotun üstündeki oylumlu uzay elbisesi ile sırt çantasına dikkat edin. Astronotun düşman Ay çevresinden korunabilmesi için böyle birçok tabakadan meydana gelmiş bir uzay elbisesi giymesi zorunludur. Sırtındaki çantada taşınabilir hayat sistemi ile haberleşme donatımı vardır.

Solda: Astronotlar uzaya fırlatılış ve Dünya'ya dönüş sırasında meydana gelen yüksek G-kuvvetlerine göğüs gerebilmek için sırtüstü yatarlar.

Sağda: Bir Apollo uzay aracının personel modülü, denize indikten hemen sonra. Aracın yüzmesini sağlayan donatım açılmış, astronotlar kendilerini alacak olan helikopteri beklemek üzere cankurtaran salına geçmişler. Komuta modülünün sıcaktan kavrulmuş gibi görünümüne dikkat edin.

# Uzaya Doğru Adımlar

1232 Çinliler Moğollar'la yaptıkları savaşta roket kullandılar.

1600'ler Johannes Kepler gezegenlerin hareketiyle ilgili kanunlarını koydu. Bu kanunlar gezegenlerin yörüngelerinin elips biçimi olduğunu belirlemiştir.

1687 Sir Isaac Newton "Principia" adındaki yapıtını yayınladı. Bu kitapta evrensel çekim ve hareket kanunlarını açıkladı. Newton'un çekim kanununa göre, evrendeki bütün cisimler birbirini çeker; çekim gücü cismin kütlesi ve uzaklığına göre değişir. Çekim gücü cismin kütlesi ile orantılıdır. Yani kütle iki katına çıkarılırsa, çekim de iki kat artar. Buna karşın, uzaklık arttıkça çekim uzaklığın karesiyle orantılı olarak azalır. Örnegin uzaklık iki katına çıkarılınca, çekim gücü dörtte bire iner. Newton'ın kuramı Kepler kanunlarını açıklamış ve astronomların gök cisimlerinin hareketlerini hesaplamasını sağlamıştır. Newton'ın üçüncü hareket kanununa göre, her harekete karşılık, eşit kuvvette ve zıt bir tepki meydana gelir. Roketlerin çalışması bu ilkeye dayanır.

1903 Konstantin Tsiolkovsky adında bir Rus öğretmeni, uzay uçuşlarında roketlerin yararlarını açıklayan bir gazete yayınladı ve kademeli füze ilkesini ileri sürdü.

1923 Almanya'da Hermann Oberth ünlü kitabı "Gezegenler Arası Uzayda Roket"i yayınladı.

1926 Robert Hutchings Goddard 16 martta A.B.D.'nde ilk sıvı yakıtlı roketi ateşledi. Rokette itici olarak petrol ve sıvı oksijen kullanılmıştı. Roket havada 60 m. kadar yükseldi.

1927 Almanya'da bir Uzay Yolculuğu Derneği (VfR, ya da Verein für Raumschiffart) kuruldu. Dernek roketler üzerinde çeşitli araştırmalar yaptı.

1942 Almanlar Baltık Denizi'ndeki bir adada, Peenemunde'de, sıvı yakıtlı V-2 roketini (başlangıçta roket A-4 adıyla anılıyordu) fırlatmayı başardılar. Rokette itici olarak alkol ile sıvı oksijen kullanılmıştı. Daha sonra, Hitler Londra'yı bombalamak için patlayıcı yerleştirilmiş V-2 roketlerinden yararlandı. V-2'lerin geliştirilmesini eski bir VfR üyesi olan Wernher von Braun yönetiyordu. Savaştan sonra von Braun Amerika Birleşik Devletleri'ne gitti. Bir süre sonra da Amerikan uzay programının yöneticisi oldu.

1949 A.B.D. ilk iki kademeli roketi fırlattı. İlk kademe bir V-2 roketi idi. Bir "WAC Corporal" olan ikinci kademe gökte 400 Km. kadar yükselmeyi başardı.

1957 Sovyetler Birligi 4 ekimde ilk yapay uydu olan Sputnik-1'i uzaya fırlattı. Araç 57,5 cm. çapında maden bir toptu. Çevresinde dışarı doğru uzanan telsiz antenleri vardı. Bunlar araçtaki radyo verici istasyonuna bağlıydı. Araç Dünya'dan 230-900 Km. yükseklikte yol alıyor, 96 dakikada bir Dünya'nın çevresini dolaşıyor, bu arada verici istasyon yeryüzüne bilgiler gönderiyordu. Araç 92 gün yörüngede kaldı. 4 Ocak 1958'de, bir akanyıldız gibi yandı. Dünya'dan o denli yükseklikte bile var olan ince atmosferin direnci aracı yavaşlatmış ve yanmasına yol açmıştı. Yapay uydunun ağırlığı 83 Kg.'dı. O zaman bu ağırlık bile çok sayılmıştı. Oysa 3 kasımda uzaya fırlatılan "Sputnik-2"nin yanında bu hiç kalıyordu. Sputnik-2'nin ağırlığı 495 Kg.'dı, yani yarım tona yakındı! Ayrıca, Dünya'nın ilk uzay yolcusunu, Layka adındaki köpegi içinde taşıyordu. Köpek aracın yükselişi boyunca yaşamayı başardı, oksijeni tükenene kadar sağlık durumunda da herhangi bir değişiklik olmadı. 'Sputnik-2'nin yörüngesi 240-1.600 Km. arasında değişiyordu. Araç 162 gün gökte kaldı.

1958 A.B.D. ilk yapay uydusu olan "Explorer-1"i 31 ocakta uzaya fırlattı. Uydunun ağırlığı ancak 14 Kg.'dı. Uydunun gönderdiği bilgiler Dünya çevresinde yoğun ışıma kuşakları bulunduğunu ortaya koydu. Deneyi sürdüren bilginin adından ötürü, bu kuşaklara "Van Allen Kuşakları" adı verildi.

(Explorer-1 1970 nisanına kadar yörüngede kaldı; bu arada Dünya çevresinde 58,376 kez tur attı).

1959 "Lunik 1" (SSCB) ile "Pioneer IV" (ABD) Ay'a fırlatılan ilk uzay araçları oldu. Eylülde "Lunik 2" Ay'a çarpıp parçalandı. Daha sonra fırlatılan "Lunik 3", Ay'ın Dünya'dan hiçbir zaman görünmeyen yanının fotoğrafını çekip Dünya'ya gönderdi.

1960 A.B.D. ilk meteoroloji uydusu olan

Solda: II. Dünya Savaşı'nın son aylarında Hitler'in Londra'yı bombalamakta kullandığı adı kötüye çıkmış V-2 roketi, "Vergeltungswaffe zwei" ya da "iki numaralı intikam silâhı". Wernher von Braun V-2 projesini Peenemünde'den yönetmekteydi. Savaştan sonra Amerika Birleşik Devletleri'ne giderek, Amerikan uzay programı için yeni roketler geliştirdi (aşağıda). Ne var ki Ruslar uzay çalışmalarında Amerikalılar'ı geçti. Yörüngeye oturttukları ikinci uzay aracı olan Sputnik 2 ile uzaya yanda resmi görülen Layka adındaki köpeği gönderdiler.

"Tiros 1" ile ilk pasif haberleşme uydusu "Echo 1"i uzaya fırlattı. Ağustosta Ruslar Strelka ve Belka adında iki köpeği uzaya fırlattılar. Köpekler Dünya çevresinde 18 tur attıktan sonra sağ olarak Dünya'ya döndüler.

1961 Yuri Gagarin (SSCB) 12 nisanda "Vostok-1" (Doğu anlamına gelir) uzay aracıyla Dünya çevresinde bir tur atarak uzayda ilk insan ünvanını aldı. SSCB ayrıca Venüs gezegenine de insansız bir uzay aracı gönderdi. Bu arada Alan Shepard (mayıs) ile Virgil Grissom (temmuz) adındaki Amerikalı astronotlar, Dünya çevresinde tam bir tur atmadan uzay yolculukları yapıp geri döndüler.

Yuri Alekseyeviç Gagarin Rus hava kuvvetlerinde binbaşıydı. Yörüngesinin en yüksek noktasında aracın Dünya'dan yüksekliği 320 km'yi aşıyordu. Gagarin aracın dönüş kapsülü içinde kusursuz bir iniş yaparak Dünya'ya dönmeyi başardı. 1 saat 48 dakika süren yolculuğu sırasında 40.000 Km.'yi aşkın yol almıştı.

1962 Amerikalı astronot John Glenn "Friendship 7" ile 20 şubatta Dünya çevresinde 3 tur atarak uzayda ilk Amerikalı ünvanını aldı. A.B.D. ayrıca ilk aktif haberleşme uydusu olan "Telstar"ı uzaya fırlattı. S.S.C.B. "Mars 1" adındaki insansız uzay aracını Mars'a, A.B.D. de "Mariner 2"yi Venüs'e fırlattı.

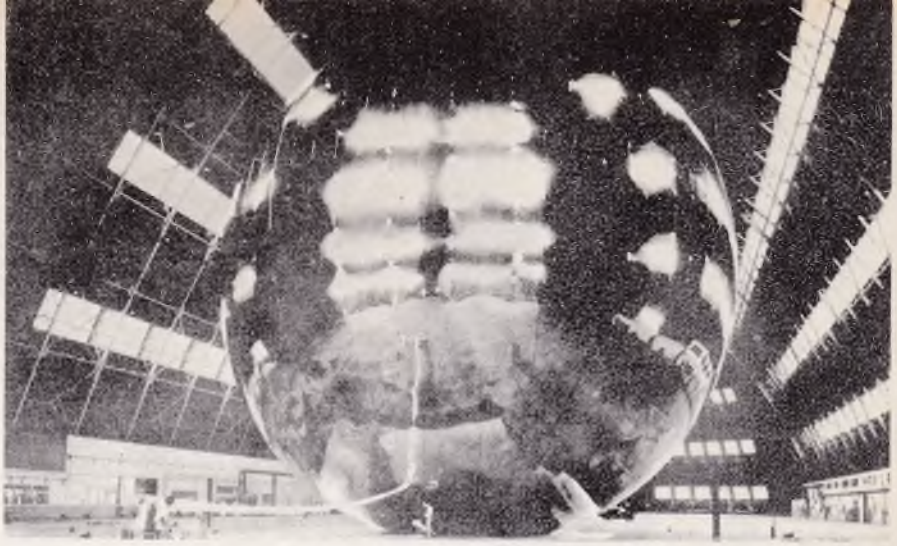
1963 Valentine Tereshkova (SSCB) ilk kadın kozmonot oldu.

1964 S.S.C.B. üç kozmonotlu "Voshkod 1" (Gündoğumu anlamına gelir) uzay aracını fırlattı. A.B.D.'nin Ay'a fırlattığı "Ranger 7", Ay'ın yakından çekilmiş televizyon filimlerini Dünya'ya gönderdikten sonra, Ay yüzeyine çakılarak parçalandı.

1965 İki insanlı "Voshkod 2" aracıyla uzaya fırlatılan Aleksey Leonov (SSCB), 18 martta uzayda ilk yürüyen insan ünvanını aldı. Uzaydaki yürüyüş 20 dakika kadar sürdü. A.B.D. "Gemini" programı içinde, iki insanlı ilk uçuşlarını gerçekleştirdi. "Gemini 4" ile uzaya fırlatılan Edward White uzayda yürüyen ilk Amerikalı oldu. "Gemini 6" ile "Gemini 7" uzayda buluşmayı başararak 2 hafta kadar yörüngede kaldılar. A.B.D. "Early Bird" adındaki ilk ticari haberleşme uydusunu fırlattı ve uzayda durağan bir yörüngeye oturtmayı başardı. Mariner 4 (ABD), 216 milyon kilometreyi aşkın bir uzaklıktan, Mars'ın kraterlerle dolu yüzeyinin fotoğraflarını gönderdi. Bu, haberleşme alanında büyük bir başarıydı. 26 kasımda Fransa "A-1" adındaki ilk yapay uydusunu uzaya fırlatarak uzay çalışmalarındaki üçüncü ülke haline geldi. Uydu, Büyük Sahra'daki Hamımaguir füze üssünden, "Diamant" füzesiyle uzaya fırlatıldı.

1966 Şubatta "Luna 9" (SSCB) Ay'a aletli (instrument) iniş yaptı ve Ay yüzeyinin fotoğraflarını Dünya'ya gönderdi. Haziranda "Surveyor 1" (ABD) Ay'a ilk gerçek yumuşak inişi başardı ve Ay'ın yakından çekilmiş birçok fotoğrafını gönderdi. Gerek S.S.C.B, gerekse A.B.D. "Luna" ve "Luna Orbiter" insansız uzay araçlarını Ay çevresinde yörüngeye oturttular. Her iki araç da Ay'ın binlerce ayrıntılı fotoğrafını çekip Dünya'ya gönderdi. "Gemini 8" ilk kenetlenmeyi başardı ve uzayda başka bir araçla kenetlendi. Bu olay ilerideki uzay yolculukları için önemli bir adım oldu.

1967 Ocakta üç Amerikalı astronot, Virgil Grissom, Edward White ve Roger Chaffee, yerdeki bir deneme sırasında bir "Apollo" uzay aracının içinde yanarak can verdiler. Böylece, 1970'te astronotları Ay'a göndermeyi amaçlayan Apollo programı da bir süre için ertelenmiş oldu. Nisanda "Soyuz 1" (Birlik anlamına gelir) ile Dünya'ya dönmekte olan Vladimir Komarov (SSCB) bir kaza sonucu öldü.



En tepede: İlk haberleşme uydusu olan Echo 1 çapı 30 m.'lik, üzeri alüminyum kaplı plastik bir balondu.

Uzay tarihinin üç ünlü kişisi: Yukarıda Yuri Gagarin; yukarıda, sağda Valentina Tereshkova; sağda John Glenn.

Aşağıda: Amerikalı astronot Edward White uzayda ilk yürüyen Amerikalı oldu. Bu başarısının üzerinden iki yıl geçmeden, bir "geriye doğru sayma" çalışması sırasında öldü.

James Lovell, William Anders, Frank Borman adındaki Amerikalı astronotlar 1968 aralığında Apollo 8 ile Ay çevresini dolandılar.

Uzayda yolculuk sırasında ölen ilk kozmonot o oldu. Eylülde S.S.C.B. iki "Cosmos" uydusunu kenetleyerek uzayda ilk otomatik kenetlenmeyi gerçekleştirdi. Kasımda insansız bir uzay aracı olan "Apollo 4", Amerikalı astronotları Ay'a götürecek olan "Saturn 5" füzesi ile uzaya fırlatıldı. Araç saatte 40.000 Km.'lik bir hızla Dünya'ya dönmeyi başardı.

1968 S.S.C.B.'nın uzaya fırlattığı "Zond 5" (eylül) ve "Zond 6" (kasım) yapay uyduları Ay çevresini dolaştıktan sonra Dünya'ya döndüler. ("Zond" yapay uydu demektir). Ekimde insanlı bir uzay aracı olan "Apollo 7" yörüngede on gün süren başarılı bir yolculuk yaparak "Apollo" aracının bütün sistemlerini denetledi. Aralıkta "Apollo 8" ile uzaya fırlatılan Frank Borman, James Lovell ve William Anders Ay'a vardıktan sonra geri dönmeyi başardılar. Altı gün süren yolculukları sırasında Ay yüzeyinden yaklaşık 110 Km. yükseklikte Ay çevresinde on tur attılar. Yolculuk boyunca her şey iyi gitti, hiçbir aksaklık olmadı. "Apollo 8"in uzaydan çektiği Dünya ve Ay fotoğraflarını insanlar televizyonda izlediler.

1969 Ocak
Bir kozmonotun yönettiği "Soyuz 4", üç kozmonotlu "Soyuz 5" ile yörüngede buluştu ve kenetlendi. "Soyuz 5"'teki kozmonotların ikisi "Soyuz 4"'e geçti. Sonra her iki araç da Dünya'ya döndü.

Temmuz
Michael Collins, Neil Armstrong ve Edwin Aldrin, "Apollo 11" aracıyla Ay'a ulaştılar. Armstrong ile Aldrin Ay modülü ile 20 temmuzda, uluslararası Greenwich saat ayarına göre saat 20.18'de Ay yüzeyine indi. 21 temmuzda, saat 2.56'da Armstrong Ay modülünden inerek Ay yüzeyine ayak bastı. Böylece başka bir dünyaya ayak basan ilk insan ünvanını kazandı. Daha sonra, "Ay yürüyüşü"nde Aldrin de ona katıldı. Her iki astronot da, sırtlarındaki ağır yaşama sistemine karşın, Ay'da hareket etmenin sandıklarından çok daha kolay olduğunu belirttiler. Ay yüzeyine bir televizyon kamerası kurdular. Kamera, bu tarihi olayın şaşılacak kadar net fotoğraflarını çekerek Dünya'ya gönderdi. Astronotlar ayrıca Ay yüzeyinden toprak ve taş örnekleri de topladılar, birçok deney yaptılar. Topladıkları örnekleri Dünya'da incelenmek üzere araca taşıdılar. Armstrong Ay yüzeyinde 2 saat 47 dakika süren bir gezinti yaptı. Aldrin'ın yürüyüşü ise daha kısa sürdü. İki astronot toplam olarak 21 saat 36 dakika Ay'da kaldılar. Sonra ayrılarak ana araçta kendilerini beklemekte olan Collins'e katıldılar.

Kasım
14 kasımda Charles ("Pete") Conrad, Alan Bean ve Richard Gordon, "Apollo 12" ile Cape Kennedy'den Ay'a fırlatıldı. 19 kasımda Conrad ile Bean, Ay modülü ile Ay yüzeyine indiler. İndikleri yer, 2,5 yıl önce Ay'a fırlatılmış olan "Surveyor 3" insansız uzay aracının bulunduğu yerden topu topu 180 m. uzaklıktaydı.

1970 Şubat
Japonya, Kagoshima Uzay Merkezi'nden ilk yapay uydusu olan "Osumi"yi fırlatarak, dünyanın dördüncü uzay gücü oldu.

Nisan
James Lovell, Fred Haise ve John Swigert adlarındaki astronotları taşıyan "Apollo 13" üçüncü Ay yolculuğuna çıktı. Ancak, araç Dünya'dan 320.000 Km. uzaktayken hizmet modülünde meydana gelen bir patlama az kalsın astronotların hayatına mal oluyordu. Astronotlar Ay modülündeki hayat kurtarma sistemini kullanarak canlarını kurtardılar ve Dünya'ya sağ olarak dönmeyi başardılar. 24 nisanda Çin Dünya'nın beşinci uzay gücü haline geldi: Shuang Cheng Tsu füze üssü yakınından "Chincom 1" adındaki 171 Kg.'lık ilk yapay uydusunu fırlattı.

Kasım:
S.S.C.B. "Luna 16" adındaki robot uzay aracını yumuşak inişle Ay'a indirmeyi başardı. Araç Ay yüzeyinden bir miktar Ay tozu topladıktan sonra Dünya'ya döndü. "Luna 17" Ay'a yumuşak iniş yaparak, sekiz tekerlekli bir taşıt olan "Lunokhod 1"i Ay'a bıraktı.

1971 Şubat
Alan Shepard, Edgar Mitchell ve Stuart Roose, "Apollo 14" ile Ay'a yeni bir yolculuk yaptılar; Fra Mauro krateri dolaylarını gezdiler.

Nisan:
S.S.C.B. "Salyut" uzay istasyonunu Dünya yörüngesine oturttu. Üç kozmonotlu "Soyuz 10" kısa bir süre için Salyut ile kenetlendi.

Mayıs
"Soyuz 11" ile uzaya fırlatılan Georgy Dobrovolsky, Viktor Patsayev ve Vladislav Volkov adlarındaki kozmonotlar Salyut uzay istasyonuna kenetlendiler ve 24 gün kenetli kalarak rekor kırdılar. Ne var ki araç Dünya'ya döndükten sonra kabin açılınca, kozmonotlar ölü bulundu. Ölüme kabindeki bir arızanın yol açtığı anlaşıldı.

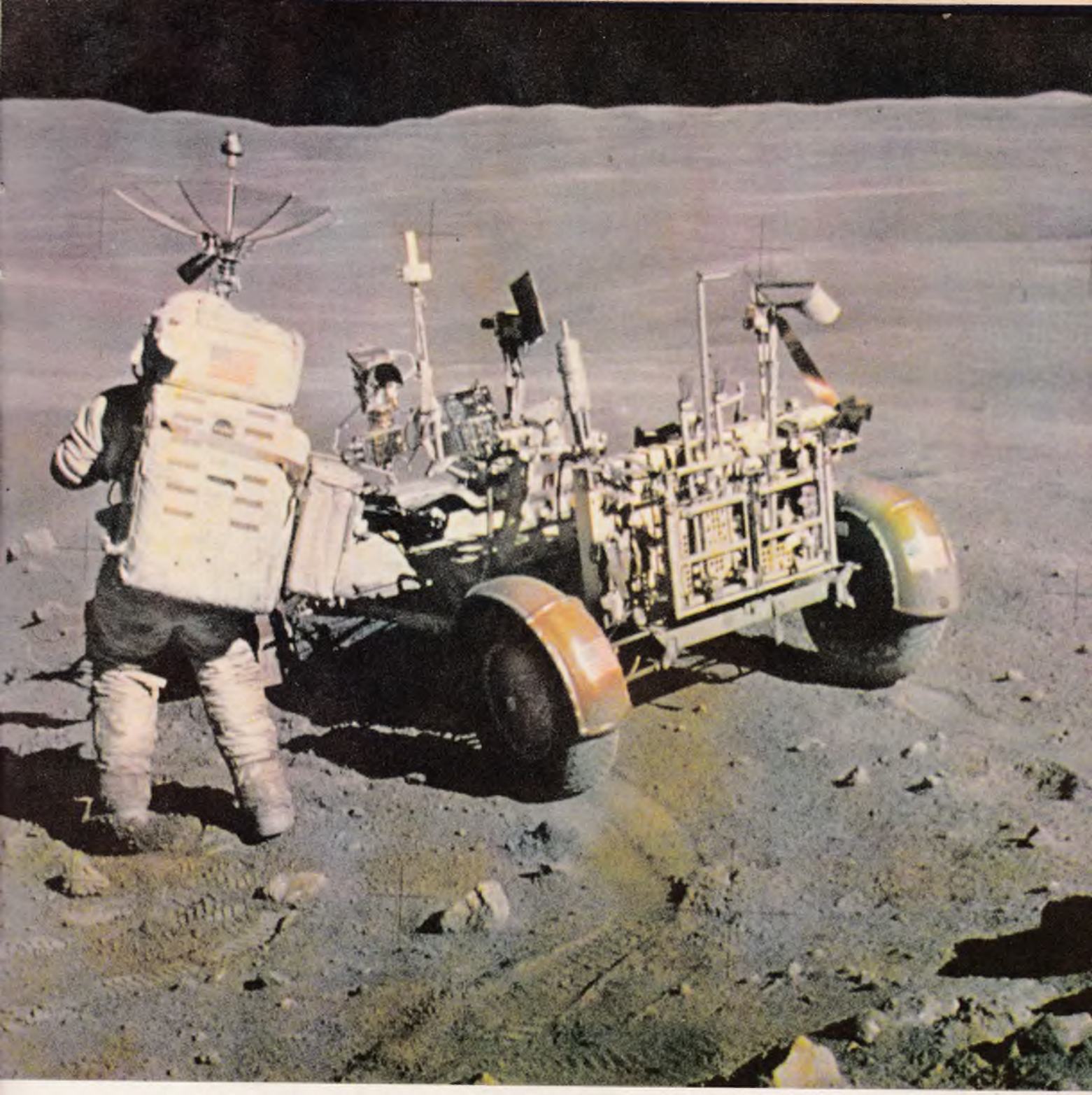
Ağustos
David Scott, James Irwin ve Al Worden adındaki astronotlar dördüncü Ay yolculuğunu başarıyla tamamladılar. Ay'daki Sağanaklar Denizi'nde Hadley Deresi'ne inen astronotlar, pille çalışan bir taşıt olan Ay otomobili ile yüzeyde gezindiler.

Kasım
A.B.D.'nin uzay uydusu "Mariner 9", Mars gezegeni çevresinde yörüngeye oturan ilk uzay aracı oldu. Daha sonra bir Rus yapay uydusu da "Mariner"i izleyerek yörüngeye girdi. Uydunun bıraktığı kapsül gezegenin yüzeyine yumuşak iniş yaptı.

1972
Martta A.B.D. "Pioneer 10" adındaki uzay uydusunu Jüpiter'e doğru bir yörüngede uzaya fırlattı. Aracın görevi 160.000 Km. uzaktan Kızıl Gezegen'in fotoğraflarını çekmekti. Nisanda John Young, Charles Duke, Thomas Mattingly'nin yönettiği "Apollo 16" Ay'a vardı. Astronotlar Ay'ın dağlık bölgesinde Cayley Düzlükleri'ni gezdiler. Amerikalılar Apollo serisinin sonuncusu olan "Apollo 17"yi aralıkta fırlattılar. Ronald Evans, Eugene Cernan ve Harrison Schmitt adlarındaki astronotları taşıyan araç, Ay'da Taurus dağları ile Littrow krateri arasında bir yere indi.

Yukarıda: Apollo 16'nın astronotu, pille işleyen Ay otomobilini sürüyor.

Karşı sayfada: Apollo 12'nin astronotu Ay yüzeyinde bir deney hazırlıyor.



1973
Ocakta S.S.C.B. uzaktan denetlenen ikinci Ay aracı olan "Lunokhod 2"yi Ay'daki Sükunet Denizi'ne indirdi. Mayısta A.B.D. "Skylab Uzay İstasyonu"nu Dünya'ya yakın bir yörungeye oturttu. Kasımda yeni bir Skylab denemesi yapıldı, Amerikalı üç astronot uzayda 85 gün kaldı.

1974 Şubatta uzaya fırlatılan "Mars 5" (SSCB) Merih'te buhar halinde su ve argon gazı bulunduğunu ortaya koydu. "Salyut 4" (SSCB) daha önce uzaya fırlatılan "Soyuz 18" ve "20" ile uzayda kenetlendi. Bu araçlardaki kozmonotlar "Salyuz 4"e geçerek bir süre kaldılar (Aralık).

1975 "Soyut 17" ile "Salyut 4" uzayda kenetlendi (12 ocak). A.B.D. ile S.S.C.B. arasında hazırlanan büyük uzay tasarısı gerçekleşti: "Apollo-Soyuz" uzay istasyonları uzayda kenetlendi. Amerikalı astronot T.P. Stafford Soyuz'a geçerek kozmonot A.Leonov ile el sıkıştı. Bu ortak uçuş sırasında Amerikalılar Dünya'dan 300 ışık yılı uzakta yeni bir yıldız bulduklarını açıkladılar. "Kozmik-B" Avrupa uydusu uzaya fırlatıldı (Ağustos). "Mariner 10" (ABD) Merkür'ün fotoğraflarını çektikten sonra Güneş'in uydusu haline geldi. S.S.C.B. Venüs gezegenine insansız iki uzay aracı —"Venüs 9" ve "10"— gönderdi (Ekim). İçinde çeşitli ülkelerden toplanan hayvanlar, bitkiler, biyolojik organizmalar bulunan "Kosmos 782" (SSCB) bir ay uzayda kaldıktan sonra Dünya'ya döndü (Aralık).

1976 S.S.C.B. yeni bir insansız yörünge istasyonu olan "Salyut 5"i fırlattı. "Soyuz 23" ile kenetlenmesi tasarlanan uzay istasyonu, "Soyuz 23"teki bir arıza nedeniyle kenetlenmeyi gerçekleştiremedi (Haziran). Temmuzda "Soyuz 21" ile "Salyut 5" uzayda kenetlendi. B.Volinov ile V. Zobolov adındaki kozmonotlar "Salyut 5" araştırma istasyonuna geçtiler. İnsansız uzay aracı "Viking 1" (ABD) Merih gezegenine başarılı iniş yaptı (temmuz). "soyuz 20" (SSCB) ile 1974 aralığında uzaya fırlatılan yörunge istasyonu "Salyut 4" kenetlendi

1977 Sovyetler "Soyuz 24"ü fırlattı. Aracı yöneten kozmonotların görevi, "Salyut 5" ile kenetlendikten sonra, 1976'da uzaya fırlatılan "Soyuz 23"ün gerçekleştiremediği deneyleri sündürmekti (şubat). Sovyetler "Salyut 6" uzay istasyonunu fırlattı. Araçta bulunan Y.Romenko ile G. Greşka adındaki kozmonotlar Amerikalılar'a ait olan uzayda en uzun kalma rekorunu kırdılar (Aralık).

1978 "Soyuz 28" (SSCB), 1977 aralığında uzaya fırlatılan "Salyut 6" ile uzayda kenetlendi. Daha önce "Salyut 6 yörünge istasyonuna kenetlenmiş olan "Soyuz 27" ile birlikte tarihin ilk Uzay Treni'ni meydana getirdi (Mart).

# Ay'a Yolculuk

Bugüne kadar girişilen uzay yolculuklarının en karmaşığı, en heyecanlısı ve elbet en tehlikelisi, insanlı Apollo uzay araçlarıyla Ay'a gidip dönmeyi amaçlayan uzay yolculuklarıdır. Böylesine bir yolculukta nasıl donatımlardan yararlanılır, ne gibi manevralar yapılır?

İsterseniz, en başından başlayalım ve her şeyden önce Ay'a fırlatılmak üzere atış alanında bekleyen dev füzeyi inceleyelim. Fırlatılacak araç Satürn V'tir. Yalnız ilk kademesinin yüksekliği 56 m.'yi bulur. Araç, 3.375.000 Kg.'lık bir itiş gücü sağlamak için, beş motorunda yakıt olarak gaz (parafin) ve sıvı oksijen yakar. İkinci kademede de beş motor vardır. Ancak bu kademede itici olarak sıvı hidrojenle sıvı oksijen kullanılır ve 2.250.000 Kg.lık bir itme gücü sağlanır. Üçüncü kademede ise yalnız bir motor bulunur, bu motor sıvı hidrojen yakar.

Üçüncü kademenin tepesinde "Apollo" uzay aracı yer almıştır. Araç üç bölümden meydana gelmiştir: İlk bölüm "Ay modülü"dür. Aracın Ay'a inecek olan tek bölümü budur. Sonra "hizmet modülü" gelir. Bütün ana denetim sistemleri, elektronik beyin, vb. bu bölümdedir. "Komuta bölümü" ya da personel bölümü hizmet modülüne bağlıdır. Astronotlar bu bölümde kalır. Muazzam füzenin en tepesinde ise "emniyet kulesi" bulunur. Bu kule fırlatma sırasında herhangi bir yanlışlık olursa, astronotların kurtulabilmesi için komuta modülünü füzenin geri kalan kesimlerinden ayırmaya yarar. İlk kademenin egzost hortumlarından emniyet kulesinin tepesine kadar, füzenin boyu 110 m.'dir. Ağırlığı ise 3.000 tonu geçer!

Fırlatmadan beş gün önce "geriye sayma" işlemine başlanır. Aracın binlerce parçası ile tüm sistemler inceden inceye, defalarca denetlenir. Sıfır ânının gelmesine biriki gün kala, iticiler muazzam büyüklükteki depolara pompalanır. Fırlatmaya birkaç saat kala da astronotlar asansörle füzenin çevresini kuşatan geçici hizmet kulesine çıkıp komuta modülüne girerler. Kendilerini kayışlarla yerlerine bağladıktan sonra, son denetimleri yaparlar. Derken geçici hizmet kulesi geri çekilir, son saniyeler geçer ve "Ateş!" komutası verilir. Bir canavarı andıran füzenin altından alevler, dumanlar fışkırır. İtme gücünü kazanan füze hareket alanından yukarı doğru kalkmaya başlar. Çok geçmeden, saniyede 15 ton itici yakan ilk kademe ateşlenir ve füzenin geri kısmından ayrılıp düşer. Yükseklik 64 Km., hız saatte yaklaşık 9.600 Km.'dir. Füzenin fırlatılışının üzerinden daha 2 dakika geçmiştir. İkinci kademenin ateşlenmesi 7 dakika kadar sürer. Bu kademe aracı saatte 24.000 Km.'lik bir hızla 160 Km. yükseğe fırlatır. Bundan sonra ikinci kademe ile emniyet kulesi araçtan ayrılıp düşer. Sıra üçüncü kademenin ateşlenmesine gelmiştir. Ateşlenme 2 dakika kadar sürer. Bu kademe aracı saatte yaklaşık 28.000 Km.'lik bir hızla Dünya'dan 184 Km. yükseklikte "parking" yörüngesi adı verilen bir yörüngeye fırlatır.

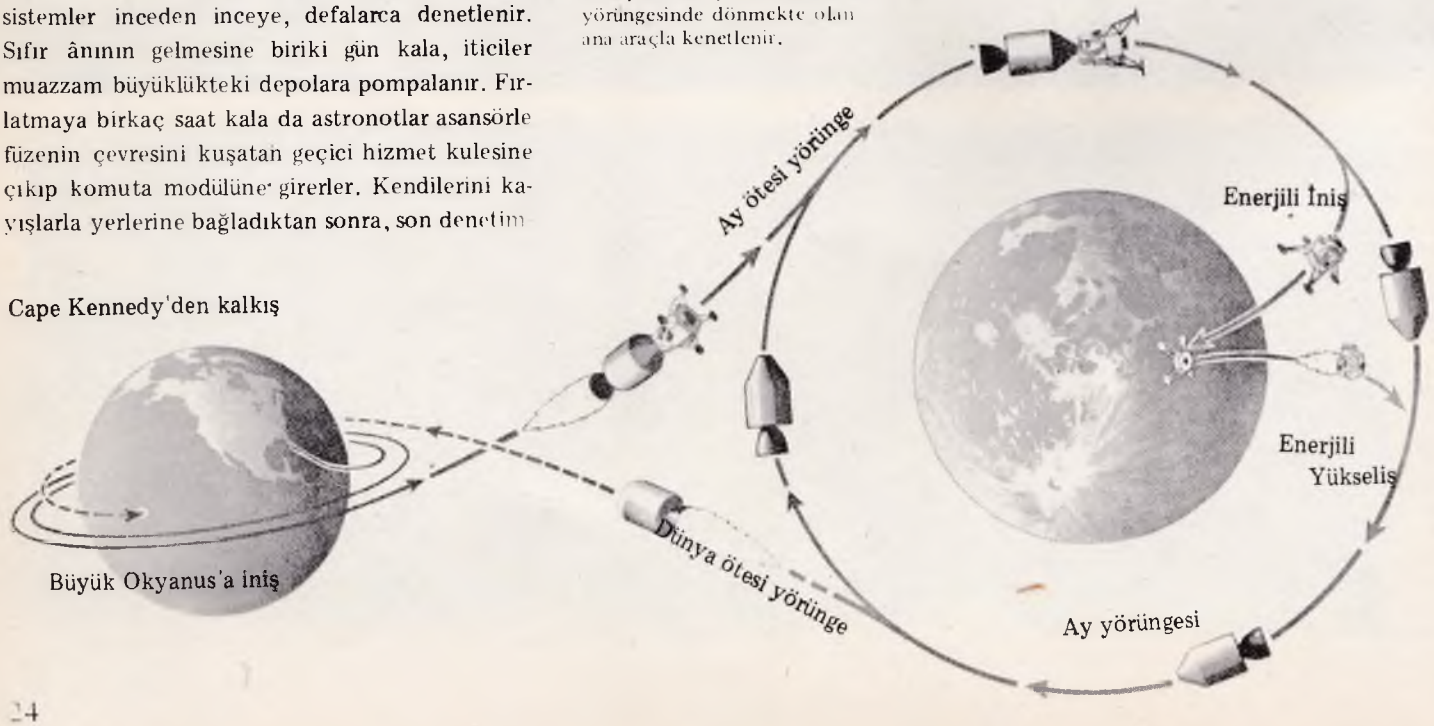
Sert Ay toprağında bir insan ayağının izi. Bu izi bırakan, 21 temmuz 1969'da ilk Ay yolculuğunu gerçekleştiren Apollo 11 astronotlarından biridir. Besbelli iz yüzyıllarca orada, bozulmadan duracaktır. Çünkü bu izi bozabilecek tek şey bir göktaşının çarpmasıdır ki, bu da küçük bir olasılıktır.

Bütün ana sistemler yeniden denetlenir ve Ay'a yolculuğu gerçekleştirecek kesin bir uçuş plânı hazırlanır. Her şey yolundaysa, üçüncü kademe yeniden ateşlenir. Bu kez yanması 5 dakika kadar sürer. Ateşlenme sonunda aracın hızı 38.400 Km.'yi geçer. Bu büyük hız aracı Ay çevresinde dönmeye iter.

Şimdi sıra önemli bir manevraya gelmiştir: Aracın üç modülü Ay'a iniş sırasında yapacakları göreve göre sıralanır. Birleşik olan komuta ve hizmet modülleri ay modülünden ayrılır; bir "U" dönüşü yaptıktan sonra gene ay modülüne kenetlenir. Komuta modülünün üst kesimi şimdi ay modülüne bağlanmıştır. Bundan sonra araç üçüncü kademeden ayrılır ve Ay'a doğru yönelir. Gerekirse hizmet modülündeki motor ateşlenerek aracın rotası düzeltilebilir.

"Apollo" Ay'a yaklaşırken, astronotlar aracı döndürüp hizmet modülünün motorunu ateşlerler. Böylece aracın yavaşlaması sağlanır. Araç

Aşağıdaki resimde Apollo uzay aracının Ay yolculuğu sırasında geçirdiği evreler görülüyor. Bu tekniğe "Ay yörüngesinde buluşma" adı verilir. Uzay aracının bir bölümü Ay yüzeyine iner. Bu arada aracın ana kısmı Ay yörüngesinde dönmeye devam eder. Sonra Ay'a inmiş olan ay modülünün bir bölümü yeniden yükselerek Ay yörüngesinde dönmekte olan ana araçla kenetlenir.



Apollo yolculukları sonunda son derece şaşırtıcı Ay fotoğrafları elde edilmiştir. Yukarıdaki fotoğrafta Apollo 15 astronotlarından birini Ay'daki Sağanaklar Denizi kıyısında dolaşırken görüyorsunuz. Arkada Apenin Dağları yükseliyor. Bu dağların yüksekliği 3.600 m.'yi bulur.

saatte 5.760 Km.'lik bir hızla Ay yörüngesine girer. Astronotların ikisi ay modülüne geçerek modülün sistemlerini denetler, sonra ana uzay aracından ayrılırlar. Ay modülünü yavaşlatmak için iniş motorunu kullanırlar. Böylece hızı azalmış olan modülle Ay yüzeyine inerler.

Bir süre Ay yüzeyinde kalarak çevreyi inceler, çeşitli deneyler yapar, sonra modüle dönüp Ay dan ayrılmaya hazırlanırlar. Ay modülü iki bölümden meydana gelmiştir: Alt ve üst bölümler. Buraya kadar bu iki modül birbirine eklenmiş durumdadır. Bundan sonra iki bölüm birbirinden ayrılır. Alt bölüm üst bölüm için bir hareket alanı işi görür. Elbet astronotlar üst bölümdedir. Astronotlar yükselme motorunu ateşleyince, modülün üst bölümü uzaya fırlayarak bir kez daha Ay yörüngesine girer. Ana uzay aracı ay modülünden ayrılalı beri Ay yörüngesinde dönmektedir. Astronotları taşıyan ay modülünün üst kesimi yörüngede dönmekte olan ana uzay aracına kenetlenir. Ay modülü ile Ay'ı keşfe gitmiş olan iki astronot, ana araçtaki arkadaşlarına katılırlar. Bundan sonra ay modülü araçtan ayrılıp düşer.

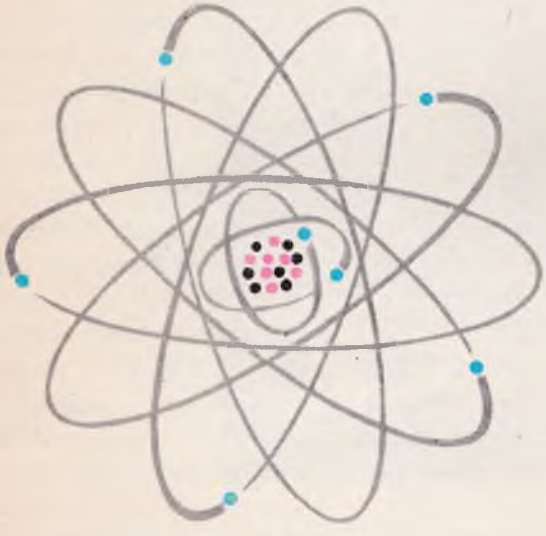
Dünya'ya dönebilmek için astronotlar biriki saniye için hizmet modülünün motorunu ateşlerler. Motor ateşlenince araç saatte 8.800 Km.'lik bir hızla ileri atılır. Bu hız aracın Ay'dan uzaklaşması için yeterlidir. Araç şimdi Dünya'ya yönelmiştir. Dünya'ya yaklaşırken, yerçekiminin etkisiyle hızı giderek artar ve saatte yaklaşık 40.000 Km.'yi bulur. Araç yeniden Dünya atmosferine girmeden hemen önce, astronotlar hizmet modülünü araçtan ayırıp atarlar. Komuta modülünü ise, önce tabanı atmosfere girecek biçimde ayarlarlar. Çünkü sürtünme dolayısıyla meydana gelen yüksek ısıya dayanıklı ısı siperi aracın tabanındadır. Atmosfer aracın hızını hızla yavaşlatır. Araç 7.200 m. kadar Dünya'ya yaklaşınca, küçük paraşütler açılır. Yerden yükseklik 3.000 m.ye inince de ana paraşütler açılır. Aracın denize iniş yaptığı sıradaki hızı topu topu saatte birkaç kilometredir.

# Atomlar ve Elemanlar

Evrendeki her şey belirli ana maddelerden yapılmıştır. Bu ana maddelere "kimyasal elemanlar" denir. Elemanlar "atom" denen küçücük zerreciklerden meydana gelmiştir. Grekçeden gelme bir kelime olan atom "bölünmez" anlamına gelir.

Atom, eskiden sanıldığı gibi, kütle halinde bir madde değildir; içinde birçok boşluklar vardır. Atomu "maddenin en küçük parçası" diye de tanımlayamayız. Ancak "maddenin belirli kimyasal özelliklerini taşıyan en küçük parçasıdır" diyebiliriz.

Atomu minyatür bir güneş sistemi gibi düşünebiliriz. "Sistem"in merkezinde "çekirdek" vardır. Atomun bütün kütlesi çekirdekte toplanmıştır. Çekirdek pozitif (artı) elektrik yüklüdür. Çekirdeğin çevresinde küçücük, hemen hemen ağırlıksız zerrecikler döner. Bunlara "elektron" denir. Elektronlar negatif (eksi) elektrik yüklüdür. Çekirdekle elektronlar arasındaki çekim atomun parçalanmamasını sağlar. Atomlar çok, ama çok küçüktür. Yüzlerce milyon atomu yan yana getirsek, boyları iki santimetreyi bulmaz!




Resimde bir azot atomu görülüyor. Ortada 7 protonlu ve 7 nötronlu çekirdek var. Çekirdeğin çevresinde 7 elektron dönüyor. Elektronlar eksi, protonlar artı elektrik yüklüdür. Nötronlar ise elektrik yükü taşımaz. Dolayısıyla atom elektriksel açıdan nötrdür.

Çekirdek iki tür zerrecikten meydana gelmiştir: "Protonlar" ve "nötronlar". Proton pozitif (artı) elektrik yüklüdür, nötron ise nötrdür. Bir protonun elektrik yükünün değeri, bir elektronunkine eşittir; yalnız proton artı, elektron eksi elektrik yüklüdür. Bir atomda eşit sayıda proton ve elektron vardır. Dolayısıyla atom elektrik bakımından nötrdür. Protonun kütlesi elektronun kütlesinin 1.800 katıdır (160 milyon milyon milyon milyon protonun ağırlığı ancak bir gramı bulur!).

Nötronların kütlesi de hemen hemen protonlar kadardır. Büyük kuvvetler sayesinde nötronlar çekirdek içinde durur. Bildiğimiz hidrojen dışında, bütün atomların çekirdeklerinde nötronlar vardır. Hidrojenden sonra en basit atom olan helyumun çekirdeğinde iki nötron, iki proton vardır. Bir elemanın atomları hep aynı durumda değildir. Çekirdeklerindeki nötron sayıları değişebilir. Nötronun elektrik yükü olmadığından, atomun çekirdeğinde değişik sayıda nötron bulunması, o atomun kimyasal özelliklerini değiştirmez. Nötron sayısının az ya da çok olması atomun yalnız kütlesini değiştirir.

Bir elemanın ağırlıkça birbirinden farklı atomlarına o elemanın "izotopları" denir. Genellikle Doğa'da bir elemanın daha çok, belli bir izotopu bulunur. Örneğin, demiri alalım. Demirin Doğa'da en çok bulunan izotopunun çekirdeğinde 30 nötron, 26 proton bulunur. Bunun yanısıra, çekirdeğinde 28, 31 ve 32 nötron bulunan başka demir izotopları da vardır.

### ATOM SAYISI VE ATOM AĞIRLIĞI

Bir elemanın atomlarındaki proton sayısına, o elemanın "atom sayısı" denir. Bu sayı aynı zamanda atomun gezegenleri andıran elektronlarının sayısını da belirtir. Elemanları atom sayılarına göre düzenlersek, benzer özellikler gösteren gruplar meydana getirirler. Böyle bir sınıflandırmaya periyodik sistem (çevrimsel sistem) denir.

Her atomun kesin ve kendine özgü bir ağırlığı vardır. Elemanlar birbiriyle birleşirken de atom ağırlıklarının büyüklüğüne göre bileşimler meydana getirirler. Kolaylık olsun diye, karbon atomunun ağırlığı 12 varsayılmış ve bu sayı karbonun atom ağırlığı kabul edilmiştir. Öbür elemanların atom ağırlıkları da karbonun atom ağırlığına göre düzenlenmiştir. Böylece hidrojenin atom ağırlığı 1.008, oksijenin 15.999, klorun 35.453 olmuştur.

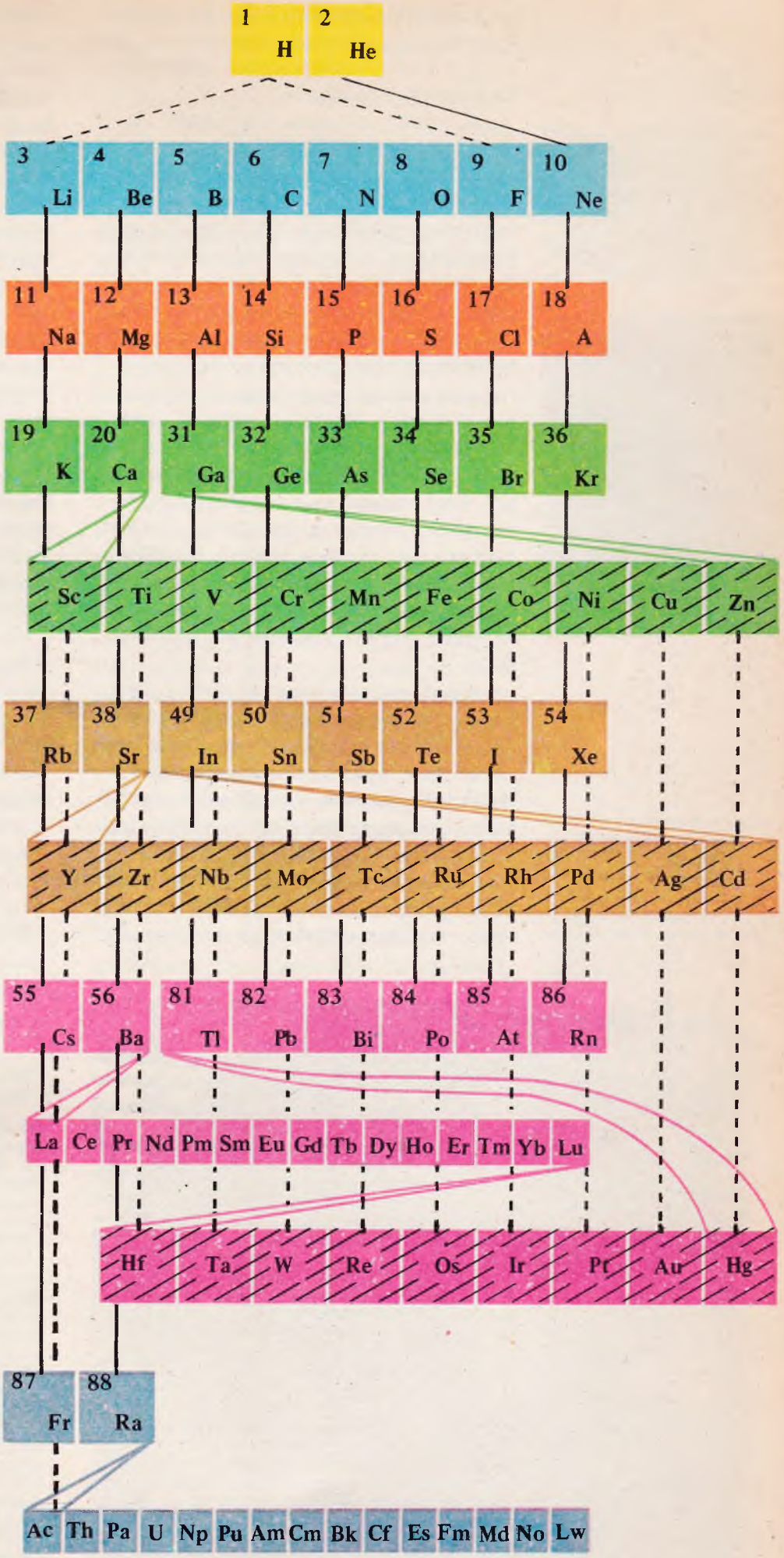
### ELEMANLAR

Doğa'da 90 kimyasal eleman vardır. Bunların ikisi (cıva ile brom) sıvı, onbiri gaz, geri kalanlar ise katı halde bulunur. En basit ve en hafif atom hidrojen elemanının atomudur. Hidrojen atomunun çekirdeğinde yalnız bir proton vardır; çekirdeğin çevresinde de bir elektron döner. Dolayısıyla hidrojenin atom sayısı 1'dir. En karmaşık en ağır atom ise uranyum atomudur. Uranyum atomunda 92 proton (atom sayısı 92), 146 nötron ve 92 elektron vardır. Doğa'daki 90 elemana ek olarak, insan eliyle yapılmış 13 "yapay" eleman daha vardır ki bunların Doğa'da bir taydaşı bulunmaz. Böylece, insan eliyle yapılmış elemanlarla birlikte eleman sayısı 103'e çıkar.

Elemanların atom ağırlıkları düşüncesi 1800'lerde gelişmiştir. Bu tarihten sonra bilim adamları elemanların kimyasal özellikleri ile atom ağırlıkları arasındaki ilişkileri incelemeye koyulmuşlardır. Sonunda Rus kimya bilgini Dimitri Mendelyef (1834-1907) 1869 yılında bir elemanlar tablosu yayınlamıştır. Tabloda elemanlar gi-

## PERİYODİK SİSTEM

Periyodik sistem atom sayılarına, ya da atom çekirdeklerindeki proton sayısına göre sıralanmış elemanları gösteren tablodur. Her dikey bölüme grup, her yatay bölüme ise periyot denir. Örneğin, Azot V. Grup'ta, 1. Periyot'tadır. Son grupta tepkiye girmez soy gazlar bulunur. Bu gazların son derece kararlı bir elektronik yapısı vardır. Resimde taranarak gölgelendirilmiş kareler, birbirine yakın benzer özellikler taşıyan geçiş elemanlarını gösteriyor. Küçük pembe kareler ender toprak elementlerini temsil ediyor. Bu elementlerin kimyasal yoldan birbirinden ayrılması son derece zordur. Küçük mavi kareler ise aktinit seriyi ve yapay ya da insan eliyle yapılmış elemanları gösteriyor. Yapay elemanlar plutonyumdan başlar, lavrensiyumda sona erer.

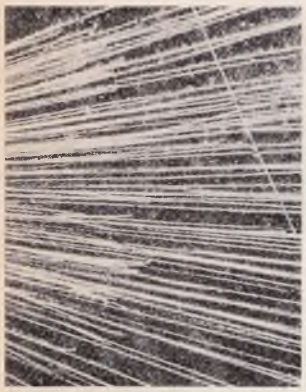



Hidrojen H
Helyum He
Lityum Li
Berilyum Be
Bor B
Karbon C
Azot N
Oksijen O
Flüor F
Neon Ne
Sodyum Na
Magnezyum Mg
Alüminyum Al
Silisyum Si
Fosfor P
Kükürt K
Klor Cl
Argon Ar
Potasyum K
Kalsiyum Ca
Skandiyum Sc
Titan Ti
Vanadyum V
Krom Cr
Manganez Mn
Demir Fe
Kobalt Co
Nikel Ni
Bakır Cu
Çinko Zn
Galyum Ga
Germanyum Ge
Arsenik As
Selen Se
Brom Br
Kripton Kr
Rubidyum Rb
Stronsiyum Sr
İtriyum Y
Zirkonyum Zr
Nionyum Nb
Molibden Mo
(Teknetyum Tc)
Rutenyum Ru
Rodyum Rh
Palladyum Pd
Gümüş Ag
Kadmiyum Cd
İndiyum İn
Kalay Sn
Antimon Sb
Tellür Te

İyot I
Ksenon Xe
Sezyum Cs
Baryum Ba
Lantan La
Seryum Ce
Prazeodimyum Pr
Neodim Nd
(Prometyum Pm)
Samaryum Sm
Evropyum Eu
Gadolinyum Gd
Terbiyum Tb
Disprosyum Dy
Holmiyum Ho
Erbiyum Er
Tülyum Tm
İterbiyum Yb
Lütasyum Lu
Hafniyum Hf
Tantal Ta
Tungsten W
Renyum Re
Osmiyum Os
İridyum İr
Platin Pt
Altın Au
Cıva Hg
Talyum Tl
Kurşun Pb
Bizmut Bi
(Polonyum Po)
(Astatin At)
(Radon Rn)
(Fransiyum Fr)
(Radyum Ra)
(Aktinyum Ac)
Toryum Th
(Protaktinyum Pa)
Uranyum U
(Neptunyum Np)
(Plutonyum Pu)
(Amerikyum Am)
(Küriyum Cm)
(Berkelyum Bk)
(Kaliforniyum Cf)
(Aynştaynyum Es)
(Fermiyum Fm)
(Mendelevyum Md)
(Nobelyum No)
(Lavrensiyum Lw)

derek artan atom ağırlıklarına gore sıralanmıştır. Bu tablo atom ağırlıklarına göre sıralanan elemanların benzer özellikler gösteren gruplar meydana getirdiğini kanıtlamıştır.

Radyoaktif toryum atomlarından yayılan alfa zerrecikleri. Resmin üst kesiminde görülen ve öbür çizgileri kesen çizgi bir protondur. Bu proton, alfa zerreciklerinden birinin bir azot atomunu parçalaması sonunda dışarı fırlamıştır.



ÇEVRİMSEL SİSTEM

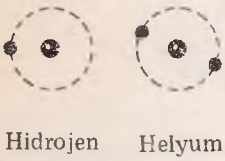
Çağımızda periyodik sistemde elemanlar atom ağırlıklarına göre değil, atom sayılarına göre sıralanır. Tabloda sekiz dikey "grup" ve yedi yatay "periyot" vardır. Her periyodun son grubu, tepkiye girmez "soy gazlar"dan meydana gelmiştir. Soy gazların birincisi helyum, sonuncusu radondur. Tablo hem gruplar arası, hem de periyotlar arası ilişkileri ortaya koymaktadır.

Aynı gruptaki elemanlar benzer kimyasal ve fiziksel özellikler gösterir, benzer yapıda ve özellikte bileşikler meydana getirirler. Birinci grupta bunu açıkça görebiliriz. Bu gruba giren elemanların hepsi yumuşak ve çok tepkisel elemanlardır. Suyu ayrıştırır, kuvvetli alkaliler (sodyum hidroksit gibi) meydana getirirler. Bu alkaliler asitlerle birleşince tuzlar (sodyum klorid gibi) meydana gelir. Yedinci grup olan "halojenler" de benzer özellikler gösterirler. Bu grup klorla başlar.

Birinci periyotta yalnız iki eleman vardır: Hidrojen ile helyum. Hidrojen hem 1. Grup'un hem de 7. Grup'un özelliklerini göstermesi bakımından, öbür elemanlardan ayrılır. Ama öbür periyotlardaki elemanlar arasında belirli ilişkiler vardır. Örneğin, bir periyodun ilk üyeleri (yani 1. Grup elemanları) metal özellikleri (alkali metaller) gösteren elemanlardır. 7. Grup üyeleri ise halojendir. Bunlar ametal (metal olmayan) eleman özellikleri gösterirler. Bu iki aşırı uçtaki elemanların arasında kalan elemanlar ise yavaş yavaş metal özelliklerini yitirerek ametal özellik kazanırlar.

2. ve 3. periyotlara kısa periyotlar denir. Bu periyotlardaki elemanlar oldukça belirgin özellikler taşır. Daha sonra gelen 4. periyotta ise düzen bozulur. Bu periyoda birinci uzun periyod adı verilir. Periyodun 8 değil, 18 üyesi vardır. Bunların sekizi bir önceki periyod elemanlarına özgü özellikleri taşır. Ancak, kalsiyum ile galyum arasında kalan (yani 2. ve 3. Gruplar arasında kalan) fazladan 10 eleman vardır ki, bunlar skandiyumdan başlar, çinkoda sona ererler. Bu on elemana "geçiş elemanları" denir. Özellikleri bakımından birbirine benzeyen bu elemanlar arasında küçük farklar vardır. Gördüğünüz gibi, skandiyumu saymazsak, öbür dokuz eleman en çok kullandığımız madenlerdir. İkinci uzun periyot olan 5. Periyot'ta da başka bir geçiş serisi vardır. Bu geçiş serisindeki elemanların her biri, ilk geçiş serisinde aynı sırada yer alan elemanlara benzer: örneğin, zirkonyum titana, gümüş bakıra benzer.

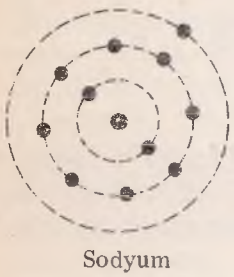
6. Periyot'ta da buna benzer bir durum görülür. Bu periyotta da bir geçiş serisi vardır. En değerli madenlerimiz olan altın ile platin bu seriye girer. Ancak, serinin ilk "üyesi" tek bir eleman değil, bir elemanlar ailesidir! Bu aileye "ender toprak elementleri" denir. Bu elementler birbiriyle o denli yakın özellikler gösterirler ki, bunları birbirinden ayırt etmek olanaksızdır. Öte yandan, 7. Periyot'ta da buna benzer, birbiriyle yakın ilişkili bir elemanlar serisi vardır. Bu serinin ilk elemanı aktinyum olduğu için, seri "aktinit serisi" adıyla anılır.



Hidrojen Helyum

Lityum Berilyum Bor

Karbon Azot Oksijen



Sodyum

Potasyum

ELEKTRONUN YAPISI

Yukarıda da değindiğimiz gibi, bir atomun özellikleri çekirdek çevresinde gezegenler gibi dönen elektronlarının sayısına bağlıdır. Elektronların yalnız sayısı değil, gruplanma biçimi de önemlidir. Kimyasal elemanların atomlarındaki elektronların yapısını incelersek, periyodik tablodaki düzeni de, acayiplikleri de daha kolay açıklayabiliriz.

Elektronları çekirdek çevresinde dönen, merkezleri aynı "yörüngeler" biçiminde düşünelim. Genellikle K L M N O P Q harfleriyle gösterilen yedi yörünge vardır. Bunlardan K yörüngesi çekirdeğe en yakın olanıdır. Her yörüngenin en çok kaç elektron tutabileceği belirlidir: K 2, L 8, M 18, N 32 elektron tutabilir.

En basit atom olan hidrojen atomunda, çekirdeğin çevresinde dönen bir elektron vardır. Bu elektron K yörüngesindedir. Daha sonra gelen helyum atomunun çekirdeği çevresinde, K yörüngesinde dönen iki elektron bulunur. Öbür atomların elektron yapısı da buna benzer kademeler halindedir; her kademede atoma bir elektron daha eklenir. (Elbet bu arada çekirdeğe de her kademede bir proton eklenir. Böylece elemanların atom sayıları da birer birer yükselir; periyotlar tablosundaki yerleri de buna göre belirlenir).

Soy gazlardan olan helyumda K yörüngesinde 2 elektron vardır; yani yörünge alabileceği en çok elektronu alarak tamamlanmıştır. Bir elektron daha verilince lityum meydana gelir; fazladan elektron, K yörüngesi dolmuş olduğu için, L yörüngesine gider. Buna dayanarak, lityumun elektronik gruplaşması K 2, L 1, ya da daha basit olarak 2, 1'dir diyebiliriz. Bunun gibi, berilyumun elektronik gruplaşması 2,2, borun 2,3, karbonun 2,4 denir. Bu durum soy bir gaz olan neona kadar böyle sürüp gider. Neonda elektronik gruplaşma 2,8'dir.

Bunun gibi, 3. Periyot'ta da L'den sonraki yörünge olan M dolmaya başlar. Sodyumla (K 2, L 8, M 1) başlayan bu periyot soy gazlardan argonla (2, 8, 8) biter. 4. Periyot potasyumla (K 2, 18, M 8, N 1) ve kalsiyumla (2,8, 8, 2) başlar. Ancak bu ikisinden sonra gelen elemanlarda daha dıştaki yörünge olan N yörüngesi dolmaya başlayacağına, M yörüngesi dolmaya başlar. M yörüngesi en çok alabileceği elektronu alıncaya kadar dolmasını sürdürür ve çinkoda (2, 8, 18, 2) alabileceği en çok elektron miktarı olan 18'i doldurur. Bundan sonra daha dıştaki N yörüngesi dolmaya başlar. Soy gazlardan kriptonda (2, 8, 18, 8) N yörüngesindeki elektron sayısı 8'i bulur. Bu, periyotlar tablosundaki geçiş serilerini de bize açıklar. Elemanların elektron yapılarını incelediğimiz zaman, ikinci geçiş serisinin, ender toprak elemanlarının, üçüncü geçiş serisinin ve aktinit serisinin tablodaki durumları anlaşılır.

Atomlar kesin, basit oranlarda birleşerek molekülleri oluştururlar. Bu birleşmede aracılık eden, atomların dış yörüngelerindeki elektronlardır

# Radyoaktivite

Atomların bir çekirdekle çevresinde dönen eksi elektrik yüklü elektronlardan, çekirdeğinse artı elektrik yüklü protonlarla elektrik yükü olmayan nötronlardan meydana geldiğini gördük. Atomlardan meydana gelen elemanların çoğunun iki ya da daha çok sayıda izotopları (protonlarının sayısı aynı, nötronlarının sayısı değişik atomlar) bulunduğunu da öğrendik. 90 doğal elemanın 320'yi aşkın izotopu vardır.

İzotopların çoğunda protonlarla nötronlar nükleer kuvvetlerle sıkı sıkıya birbiriyle bağlantılıdır. Dolayısıyla bu izotoplar kararlıdır. Öte yandan, 50 kadar izotopta atom çekirdeği kararsızdır. Zorlanmaksızın, kendiliğinden yüksek enerjili bir zerreciler seli, ya da ışıma ya da her ikisini birden yayar. Bu olaya "radyoaktivite" denir. Böyle izotoplara ise "radyoaktif izotoplar" adı verilir.

En çok tanınan radyoaktif elemanlardan biri de uranyumdur. Doğal uranyumun üç izotopu vardır; bunların atom ağırlıkları 238, 235 ve 234'tür. Doğada en çok bulunan uranyum izotopu U-238'dir; öbür iki izotop ise pek ender ve az bulunur. Uranyumun radyoaktivitesini 1896'da Fransız bilgini Henri Becquerel keşfetti. Becquerel'in uranyumlu ve radyumlu maden cevherinin uranyumdan daha etkili bir ışıma yaydığını keşfetmesi, bu yolda yeni araştırmalara yol açtı ve Curieler'in radyumu bulmasıyla sonuçlandı (Bk: Sayfa 32).

Radyoaktivitenin yapısını ilk açıklayan ise Lord Rutheford oldu. Rutheford ayrıca radyoaktif elemanların yaydığı iki tür ışını —"alfa ışınları" ile "beta ışınları"nı— da tanımladı. Radyoaktif elemanlar bu iki ışından başka "Gamma ışınları" denen üçüncü tür bir ışın da yayar.

## ALFA—, BETA— ve GAMMA— IŞINIMI

"Alfa-ışınları", ya da "alfa-zerrecikleri" iki protonla iki nötrondan meydana gelmiştir. İçlerinde protonlar bulunduğu için pozitif, yani artı elektrik yüklüdürler. Alfa zerrecikleri gerçekten de tıpkı helyum atomlarının çekirdeklerine benzer. Radyoaktif kayalarda çoğu kez helyum "kesecikleri" de bulunur. Alfa-zerrecikleri radyoaktif atomdan yüksek bir enerji ile yayılırlarsa da, öbür zerreciklere oranla oldukça büyük ve ağır olduklarından, çabucak yavaşlar, hızlarını yitirirler. Birkaç sayfa kâğıdın kalınlığı bile alfa zerreciklerinin hızını kesmeye yeter.

"Beta-ışınları" ise hareket halinde bir elektron selidir. Çoğu doğal radyoaktif atomlar, negatif (eksi) elektrik yüklü sıradan elektronlar yayar. Ancak kimisi de pozitronlar, yani pozitif (artı) elektrik yüklü elektronlar yayar. Pozitronlar radyoaktif bir atomdan büyük bir enerjiyle yayılır. Elektronlar alfa zerreciklerinden kütlece daha ufak oldukları gibi, elektrik yükleri de daha küçüktür. Dolayısıyla alfa zerreciklerinden daha etkileyicidirler.

Gamma-ışınları ise elektrik yüklü değildir. Bunlar, Röntgen (X) ışınları gibi, elektromanyetik dalgalardır. Yalnız, bunların dalga uzunluğu Röntgen ışınlarınınkinden bile kısadır (Bk: Sayfa 43). Bütün elektromanyetik dalgalar gibi, gamma ışınları da ışık hızında yol alırlar. Gamma ışınları büyük enerji taşıdıkları gibi, çok da etkilidir. Radyoaktif maddeler üzerinde çalışanlar için en büyük tehlikeyi gamma ışınları doğurur. Radyoaktif bir atom, çoğu kez gamma ışınlarıyla birlikte, ya alfa ya da beta ışınları yayar. Alfa ve beta ışınlarını bir arada yayan radyoaktif elemanlar ise pek enderdir.

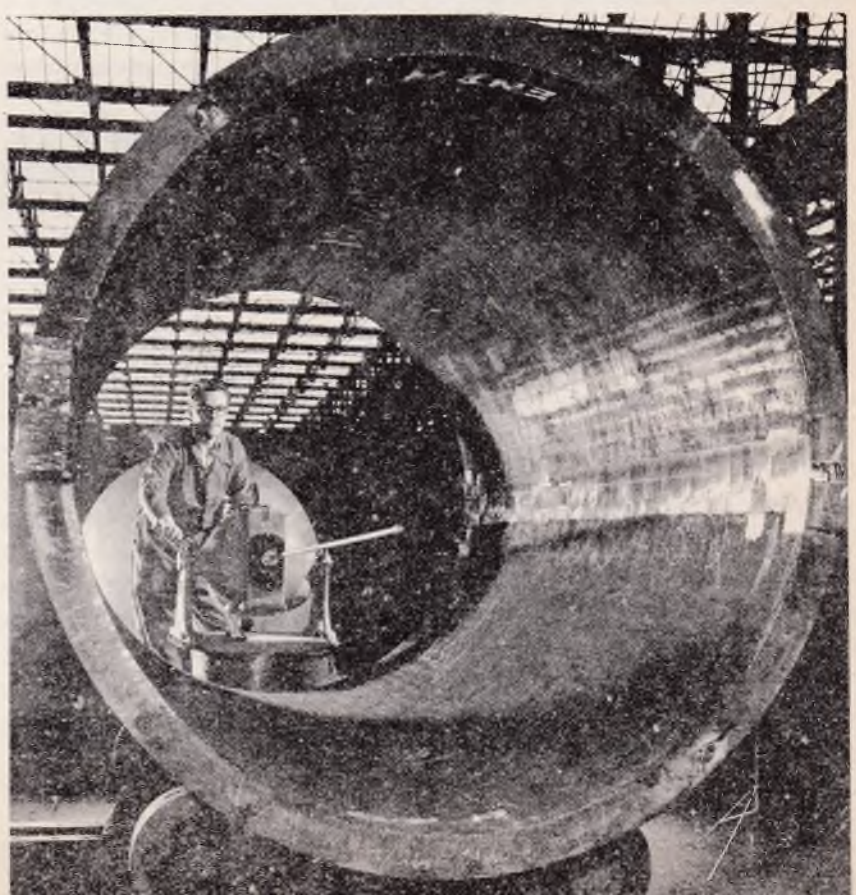
## RADYOAKTİF BÖLÜNME

Radyoaktif bir atomda ışıma yayan tek kesim atomun çekirdeğidir. Dolayısıyla bir atom bir alfa zerreciği yaydığı zaman, çekirdeğinden iki protonla iki nötron kaybetmiş olur. Bir elemanın atomlarını öbürlerinden ayıran, atom çekirdeğindeki protonların sayısıdır. İşte bundan ötürü radyoaktif bir atom alfa ışıması yüzünden parçalanınca, başka bir elemanın atomuna dönüşür. Bu yoldan başka bir elemana geçişe "dönüşüm" denir.

Beta-ışımasının ya da elektronların ardındaki radyoaktif yayılma mekanizması ise biraz daha karmaşıktır. Atom çekirdeğinde elbet elektron bulunmaz. Beta-ışımasında radyoaktif yayılma şöyle olur: Negatif (eksi) elektrik yüklü elektron ışımasında, atom çekirdeğindeki nötronlardan biri kendiliğinden bir protonla bir elektrona dönüşür; bu elektron büyük bir hızla dışarı

Yüreğin atış hızını ayarlamak üzere vücut içine yerleştirilen izotop-enerjili bir pil. Pilin on yıllık bir ömrü vardır. Yani bildiğimiz sıradan pillerden çok daha uzun ömürlüdür. Böylece tükenen pili değiştirmek için hastanın sık sık ameliyat edilmesi gerekmez.

Endüstride izotoplardan birçok alanda yararlanılır. Resimdeki operatör gamma ışınlarıyla 7,5 cm. kalınlıkta çeliğin içindeki kaynaklı bir ek yerinin fotoğrafını çekiyor. Fotoğraf kaynak yerinde bir çatlak olup olmadığını gösterecektir.



Yukarıda: Hebrid Adaları'nda bir havaalanı radyo-telsiz işareti. Donatımı izotop-enerjili bir jeneratör çalıştırır. Termed Ripple (Radyoizotop enerjili uzatmalı donatımı) sayesinde, en az 5 yıl boyunca 4 Watt'lık elektrik enerjisi sağlayabilecek güçtedir. Solda: Bir radyoterapi ünitesinde bir hasta kobalt-60 radyoizotopunun yaydığı ışınlarla tedavi ediliyor. Kanser gibi tümörlü hastalıklar radyoterapi sayesinde başarıyla tedavi edilebilmektedir.

fırlar. Pozitif (artı) elektron ışımasında ise, protonlardan biri bir nötrona dönüşür ve bir pozitron fırlatır. Gene her iki durumda da atom çekirdeğindeki proton sayısı değişir. Ancak bütün olarak zerreciklerin sayısı aynı kalır. Böylece beta ışıması da tıpkı alfa ışıması gibi, atomun başka bir atoma dönüşmesiyle sonuçlanır.

Öte yandan, gamma ışımasının atom çekirdeğinde var olan zerreciklerin sayısı üzerinde bir etkisi olmaz. Dolayısıyla bir dönüşüm de olmaz. Gamma ışınlarının yayılması yalnız atomdaki fazla enerjiyi giderir, böylece de atomu daha kararlı hale getirir.

Peki, alfa ya da beta ışıması sonucunda ilksel atom başka bir atoma dönüştükten sonra ne olur? Yeni atom kararlı olabileceği gibi, kendisi de radyoaktif olabilir. Radyoaktifse, alfa ya da beta ışıması sonunda yeniden parçalanır. Bu iş böyle sürüp gider, kararlı bir atoma ulaşılıncaya kadar atomlar başka atomlara dönüşür. Kararlı atoma ulaşılınca, radyoaktif işlem durur. Örneğin, uranyum-238 bir alfa zerreciği yayarak toryum-234 haline gelir. Toryum-234 de bir beta zerreciği yayarak protaktinyum-234'e dönüşür ve bu böyle sürüp gider. Daha birçok bölünmelerden sonra atom radyum-226'ya, daha sonra da kurşun-206'ya dönüşür. Burada radyoaktif seri sona erer, çünkü kurşun-226 kurşunun kararlı bir izotopudur..

Radyoaktif izotopların değişime uğraması, ya da başka izotoplara dönüşmesi için gereken zaman her izotopa göre değişir. Dönüşümün ya da tükenimin hızı, iki radyoaktif elemanlarda birkaç saniye, kimisinde ise milyarlarca yıl sürebilir. Her elemanın radyoaktivitesinin tükenmesinin belirli bir oranı vardır. Bu oran elemanın atomlarının yarısının çözüldüğü süreye göre hesaplanır ve buna "yarı ömür" denir. Uranyum-238'in yarı ömrü 4.500.000.000 yıldır! Öte yandan öyle radyoaktif izotoplar vardır ki, yarı ömürleri bir saniyenin binde biri kadar bile sürmez.

## ELEMANLARIN DEĞİŞTİRİLMESİ

Bugünün bilim adamları en sonunda eski simyacıların yüzyıllardır yapmaya uğraştıklarını yapmayı başarmışlardır. Bugün bilim, bir elemanı başka bir elemana dönüştürebilecek güçtedir. Böyle bir dönüşme elbet Doğa'da radyoaktivite yoluyla olmaktadır. Bilim adamları elemanları atom zerrecikleri ile bombardıman ederek, bunu

yapay yoldan da başarabiliyorlar. Bombardıman sonunda elemanın atom yapısı değişir ve başka bir elemanın atomuna dönüşür.

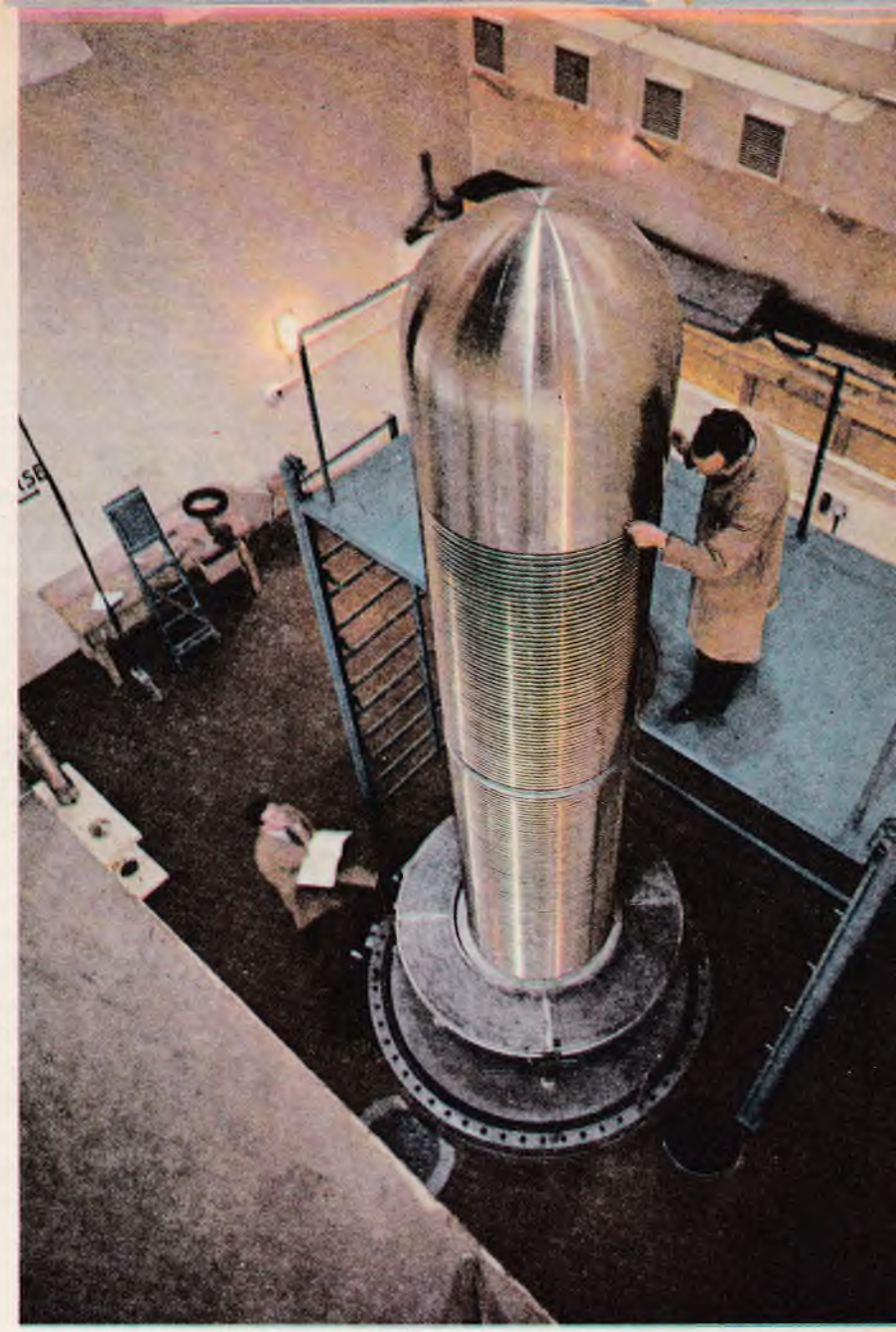
Atomu yapay olarak parçalamayı ilk başaran Lord Rutheford oldu (1919). Rutheford radyoaktif bir eleman olan uranyumdan yayılan alfa zerrecikleriyle azot gazını bombardıman etti. İşlem sonunda, azot atomlarından bazıları (7 proton) bir alfa zerreciğini (iki proton, iki nötron) tutarken, aynı zamanda da bir proton fırlattı. Böylece atom fazladan bir proton kazanmış oldu. Yani bir azot atomu olmaktan çıktı, bir oksijen (8 proton) atomu haline geldi.

Başka elemanlar üzerinde de buna benzer değişiklikler yapılabilir. Berilyumu (4 proton, 5 nötron) alfa zerrecikleriyle bombardıman edersek, karbon ( 6 proton, 6 nötron) meydana gelir ve bir nötron dışarı fırlar. Bu tür reaksiyonlar değerli birer nötron kaynağıdır. Çünkü nötronlar da elemanları bombardıman etmekte kullanılabilir. Üstelik elektrik yüklü olmadıklarından, nükleer parçalanmayı başlatmakta son derece etkili olurlar.

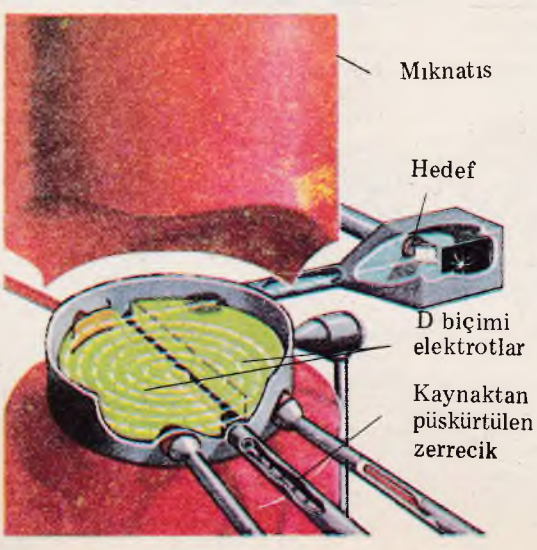
Elemanların bu yoldan başka elemanlara dönüştürülmesi için birçok neden vardır. Bir kere bu sayade atom çekirdeğinin yapısını ve düzenlenişini öğreniriz. Ayrıca gene bu yoldan yapay radyoaktif izotoplar elde edilebilir ki, bunların geniş kullanılma alanları vardır. Öte yandan, bu yöntemle atomları uranyum atomundan daha ağır, yeryüzünde bulunmayan elemanlar da yapılabilir. Uranyumun nötronlarla bombardıman edilmesi sonucunda neptunyum elde edilir. Neptunyum plutonyuma dönüşür. Plutonyumun nötronlarla bombardımanı sonunda ise amerikyum elde edilir ve bu böyle sürüp gider.

ATOM PARÇALAYICILAR

Uranyum, radyum gibi doğal radyoaktif elemanların yaydığı ışımanın kullanılış alanları elbet çok kısıtlıdır. Bir kere, doğal radyoaktif elemanlar enderdir; ayrıca zerreciklerinin hızı ile enerjisi değiştirilemez. Bundan dolayı zerrecikleri elimizle üretmemiz ve nekadar hız ve enerji gerekliyse ona göre hızlandırmamız çok daha elverişlidir. İşte bütün bu işlemleri "atom parçalayıcı" denen makinelerle gerçekleştirebiliriz.



Bir Van de Graaf elektrostatik jeneratörü. Bu makineler atom parçalama makinelerine enerji sağlamakta kullanılır. Jeneratör milyonlarca voltluk elektrik üretebilir.




Kiklotronun çalışma ilkesi. Kiklotron (D) biçimi iki elektrondan meydana gelmiştir. Bu elektrotlar hızla değişen bir elektrik gerilimine bağlıdır. Elektrotlar güçlü bir mıknatısın kutupları arasına yerleştirilmiştir. D biçimi elektrotlara elektrik yüklü bir zerrecik püskürtülür. Manyetik alan zerreciği bir çember çizecek biçimde hareket etmeye zorlar. Elektrotlara uygun aralıklarla bir pozitif, bir negatif elektrik yüklenir. Böylece D biçimi elektrotlarda dönmekte olan zerreciğin gerisin geri dönmesi, dolayısıyla hızlanması sağlanır.

Atom parçalayıcının çalışma ilkesi gerçekte oldukça yalındır: Elektrik yüklü zerrecikler —protonlar ( + yüklü), alfa-zerrecikleri (+ yüklü), elektronlar ( — yüklü) üretir ve bunlara yüksek bir voltaj uygular.

İlk atom parçalayıcılarına "doğrusal hızlandırıcı" denirdi. Bugün de bu tip aygıtlar kullanılıyor. Elektrik yüklü zerrecikler uzun, düz bir borudan geçerken hızlandırılır. Bununla birlikte, bu tür makinelerin en güçlüsü "dairesel" hızlandırıcılardır. Bunlar kiklotron, betatron, senkrokiklotron gibi adlarla anılır. Bu salyangoz biçimi hızlandırıcıların çalışma ilkesi, zerreciklerin dairesel bir yolda döne döne yol almasını sağlamaya dayanır. Makineye yüksek frekanslı bir elektrik gerilimi uygulanır. Böylece zerreciklerin her dönüşte iki kez hızlanması sağlanır.

# Atom Çağının Öncüleri

ANTOİNE HENRİ BECQUEREL

Bazı maddeler parlak güneş ışığında bırakılınca, bir süre karanlıkta da parlar. Buna "fosforesans" denir. 1895'te Henri Poincare adında bir Fransız (sonradan ünlü bir matematikçi olmuştur), fosfor gibi karanlıkta ışıyan maddelerin Röntgen (X) ışınları yayabileceği görüşünü ortaya attı. O tarihlerde Röntgen ışınları daha yeni keşfedilmişti. 1896'da Poincare'ın arkadaşı ve yurttaşı olan Antoine Henri Becquerel (1852-1908) bu konuda deneyler yapmaya karar verdi. Bir uranyum bileşiğinin kristallerini, fosfor gibi karanlıkta ışımaları için, güneşte bıraktı. Sonra bunları kalın bir pakete sarılmış fotoğraf levhalarının üzerine koydu. Levhaları banyo edince, uranyum bileşiminden yayılan ışınların levhaları karartmış olduğunu gördü. Bu deneyden sonra Poincare'ın haklı olduğuna inandı.

Birkaç gün sonra, Becquerel hâlâ kullanılacak durumda olup olmadıklarını anlamak için, birtakım eski fotoğraf levhalarını banyo etmeye koyuldu. Levhaları içinde uranyum bileşiminin artıkları bulunan bir çekmeceye saklamıştı. Levhaların karanlıkta durdukları halde uranyum etkisiyle kararmış olduğunu görünce çok şaşırdı. Demek, levhaların kararmasının gerçekte fosforesans ile hiçbir ilgisi yoktu. Becquerel sonradan "radyoaktivite" diye adlandırılan olayı bulmuştu. Çok geçmeden, radyumlu uranyum cevherinin, uranyumun kendisinden çok daha yoğun bir radyoaktif ışını yaydığını anladı.

CURİE'LER

Becquerel, Pierre ve karısı Marie Curie ile dosttu. Pierre Curie Paris'teki Sorbon Üniversitesi'nde fizik öğretmeniydi, karısı Marie ise kimyacıydı. Becquerel uranyum ve radyumlu maden cevheri üzerindeki keşfini Curieler'e anlattı. Bunun üzerine Curieler cevherde var olması gereken, bilinmeyen güçlü radyoaktif elemanı ayırmak için çalışmalara giriştiler.

Talih onlara yardım etti; Avusturya hükümetinden uranyumu alınmış, artık işe yaramaz sayılan çok miktarda radyumlu maden cevheri sağladılar.

1898 temmuzunda, radyumlu ve uranyumlu maden cevherinde bir değil, iki bilinmeyen radyoaktif eleman bulunduğunu açıkladılar. Bunlardan birini ayırmayı başardılar. Madam Curie yeni elemana doğduğu yer olan Polonya'nın adından ötürü polonyum adını taktı. İkinci elemanı ayırmayı ise uzun süre başaramadılar. En sonunda 1902'de başarıya ulaşarak, bu elemana da radyum adını verdiler.

Madam Curie
laboratuvarında çalışıyor.

Radyoaktivite üzerindeki bu ilk çalışmalarından ötürü, Becquerel ile Curieler 1903'te Nobel fizik armağanına hak kazandılar. O tarihe kadar Curieler'in elde edebildiği radyum bir bileşik halindeydi. Bunun için, Curieler daha sonraki çalışmalarını arı radyum elde etmeye yönelttiler. Ne yazık ki Pierre 1906'da bir araba kazasında sokakta can verdi. Marie çalışmalarını tek başına sürdürmek zorunda kaldı. Sorbonne Üniversitesi bütün geleneklerini çiğneyerek, Marie'ye kocasının boş kalan kürsüsünü önerdi. Marie bu öneriyi kabul ederek Sorbonne'da fizik profesörü olarak çalışmaya başladı. 1910'da Marie uzun çalışmalardan sonra, çok az miktarda arı radyum elde etmeyi başardı. Bu başarısı 1911'de ona yeni bir Nobel armağanı kazandırdı. Hemen ardından, Paris'teki Radyum Enstitüsü'nün kurulmasına yardım etti ve enstitünün ilk yöneticisi oldu.

Marie Curie kandaki alyuvarların bir hastalığı olan lösemiden öldü. Ölümünden bir süre sonra lösemiye ışımanın yol açabileceği gerçeği anlaşıldı. Büyük olasılıkla Madam Curie keşfetmiş olduğu radyoaktif elemanların yaydığı yoğun ışımanın kurbanı olmuştur.

LORD RUTHEFORD

Becquerel'in radyoaktiviteyi keşfinden sonra bilim adamları ışımanın yapısını, yani uranyumdan yayılan ışınları incelemeye başladılar. Bu bilginlerden biri de Yeni Zelanda'da doğmuş bir fizikçi olan Ernest Rutheford'du (1871-1937). Yüzyılın sonunda Rutheford Kanada'daki McGill Üniversitesi'nde fizik profesörlüğüne atandı. Oradaki çalışmaları sırasında iki çeşit ışın keşfetti; bunlara alfa ve beta ışınları adını verdi.

Yardımcısı İngiliz fizikçisi Frederick Soddy (1877-1956) ile birlikte, radyoaktivitenin bir açıklamasını yaptı. Bu açıklamayı "atomik dönüşüm kuramı" adı altında 1902'de yayınladı. Rutheford'un kuramına göre, radyoaktif elemanların atomları zaman zaman bölünerek alfa ve beta ışınları yayar. Bu bölünme sonucunda atomlar başka elemanların atomlarına dönüşür. Bu kuramı Rutheford'a 1908'de Nobel kimya ödülünü kazandırdı.

Üç yıl sonra Rutheford devrim yaratan yeni kuramını ileri sürdü. Bugünkü atom kuramı da Rutheford'un maddenin yapısıyla ilgili bu kuramı üzerine kurulmuştur. Danimarkalı bir fizik bilgini olan Niels Bohr (1885-1962) daha sonra Rutheford'un kuramını geliştirerek daha ayrıntılı ve nicel hale getirdi.

Bundan sonra Rutheford, J.J.Thomson'un ardından, Cambridge'deki ünlü Cavendish Laboratuvarı'na yönetici atandı (1919). Bu arada, yapay olarak bir elemanı başka bir elemana dönüştürmeyi başardı. Bir radyum parçasından yayılan alfa ışınlarıyla azot gazını bombardıman etti. Deney sonunda yeni bir tür atom, oksijen ve birtakım zerrecikler elde etti. Bu zerreciklerin elektrik yüklü hidrojen atomları olduğu anlaşıldı. Daha sonraki deneylerinde başka elemanları bombardıman etti ve her deney sonunda elektrik yüklü hidrojen atomları meydana geldiğini gördü. Proton adını verdiği bu zerreciklerin her atomda var olduğu sonucuna vardı.

Atomun yapısı üzerinde bu temel nitelikteki keşiflerinden dolayı Rutheford'a "nükleer bilimin babası" adı verildi. Daha sonra 1932'de James Chadwick (1891-1974) atomun temel nitelikteki öbür zerreciği olan nötronu keşfetti. John Douglas Cockcroft (1897-1967) ile Ernest Thomas Sinton Walton (d. 1903) da yapay olarak hızlandırılmış zerrecikler kullanarak atomu parçalamayı başardılar.

Lord Rutheford

Albert Einstein

MAX PLANCK

1900 yılına kadar herkes ışık, ısı ve başka çeşit ışımaların sürekli bir "sel" halinde yayıldığına inanıyordu. O yıl Alman fizikçisi Max Planck (1858-1947) "Kuantum kuramı"nı ileri sürdü. Bu kuram bilim dünyasında bir devrim yarattı. Planck ışımanın minicik enerji "paketleri" halinde yayıldığını kanıtladı. Bu paketlere "kuantum" adını verdi. Enerji paketçiklerinin bir makineli tüfekten çıkan kurşunlar gibi yayıldığını öne sürdü. Daha sonra Albert Einstein, foto-elektrik etkiyi açıklamak için, Planck'ın kuramını genişletti. Niels Bohr da kuramı atomun yapısı kuramına uyguladı ve bu çalışmasından ötürü 1918'de Nobel fizik ödülünü kazandı.

ALBERT EİNSTEİN

Albert Einstein (1879-1955) 1905'te foto-elektrik etkisi üzerindeki açıklamasını yayınladı ve bu çalışmasıyla 1921'de Nobel fizik ödülünü kazandı. 1905'te ayrıca devrim yaratan "özel görelik kuramı"nı yayınladı. Bu kurama göre enerji ile kütle arasındaki bir eşdeğerlik vardır; herhangi bir enerji kaybı kütle kazancına, bir kütle kaybı da enerji kazancına yol açar. Einstein bu bağlantıyı şu ünlü denklemiyle açıklamıştır: $E = mc^2$. Burada E enerji, m kütle, c ışık hızıdır.

Bu bağlantı atom bombasının dayandığı ilkeye temel olmuştur (karşı sayfaya bakın).

Einstein ayrıca zaman ile mekânın da göreli olduğuna dikkati çekti. Örneğin gökyüzünde bir noktayı saptamaya çalışırken, o noktanın yalnız enlemini, boylamını ve yerden yüksekliğini (üç boyut) bilmemiz yetmez; o noktanın ne zaman orada olduğunu da bilmemiz gerekir. İşte bu nedenle kimi vakit zamana "dördüncü boyut" dendiği de olur. Şu var ki, Einstein'ın görelik kuramı böyle yalın terimlerle açıklanamayacak kadar karmaşıktır.

Einstein Almanya'da, Ulm kentinde doğdu. Musevi-Alman bir ailenin çocuğuydu. 1933'te Naziler Einstein'ı yasal haklarından yoksun bıraktılar. Bunun üzerine Amerika Birleşik Devletleri'ne giderek ömrünün sonuna kadar orada kaldı. New Jersey'de, Princeton'daki İleri Araştırmalar Enstitüsü'nün yöneticiliğini yaptı.

# Atom Enerjisi

FİSYON

Bir elemanı atomik zerreciklerle —alfa zerrecikleri, elektronlar, protonlar, nötronlar gibi— bombardıman ederek, başka bir elemana dönüştürebiliriz. Normal olarak bir atom bombardıman edilince, çekirdek bombardıman eden zerreciği yutar ve başka, değişik bir zerreciği dışarı atar. Ne var ki uranyumun nötronlarla bombardımanı sonunda daha değişik, özellikle ilgiçekici bir nükleer parçalanma meydana gelir. Uranyum atomunun çekirdeği bir nötron alınca, tam anlamıyla kararsız hale gelir ve ikiye bölünür. İşte bu bölünme işlemine "nükleer fisyon" denir.

Fisyon meydana gelince, muazzam miktarda enerji açığa çıkar. Isı ile yoğun radyasyon (ışıma) yayılır ve iki ya da daha çok sayıda yüksek enerjili nötron dışarı salınır.

Fisyon sırasında ortaya çıkan nötronlarla zerreciklerin toplam kütlesi, bombardıman edilen ilk uranyum atomu ile ona çarpan nötronun kütlesinden biraz daha küçüktür. Başka bir deyişle, fisyon sırasında bir miktar kütle ya da madde "yok olmuştur".

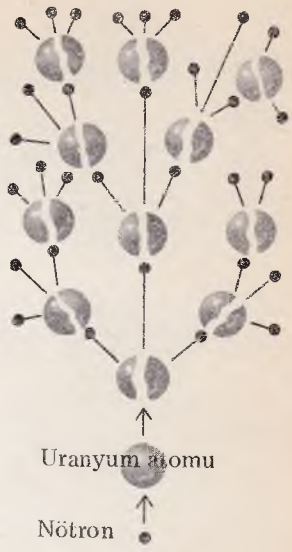
Maddenin yok olması, elbet maddenin sakınımı kanununa aykırıdır. Bu kanuna göre, madde yaratılamayacağı gibi, yok da edilemez. Ne var ki Alman bilim adamı, büyük dahi Albert Einstein kütle ile enerjinin eşdeğer olduğunu kanıtlamıştır (karşı sayfaya bakın). Einstein bu bulgusunu ünlü "$E = mc^2$" denklemi ile özetlemiştir. Bu denklemde "E" enerji, "m" kütle, "c" ışık hızıdır. Işığın hızı çok büyüktür, saniyede 300.000 Km.'yi bulur. Dolayısıyla herhangi bir ünitede $c^2$ büyük bir sayıyı temsil eder. Başka bir deyişle, çok küçük bir kütlenin (M) eşdeğeri enerji (E) bile muazzam olacaktır. Bu, fisyon sırasında "yok olan" kütlenin nasıl muazzam bir enerjiye dönüştüğünü bize açıklar.

Doğal uranyumda çok miktarda uranyum-238, pek az miktarda da uranyum-235 vardır. U-235'in bölünebilme yeteneği vardır, yani fisyona girebilir. U-238'in ise bölünebilme yeteneği yoksa da, yüksek enerjili nötronları yutma yeteneği vardır. Ağır hareket eden nötronlar U-235'in parçalanmasına yol açar. Uranyumdan başka birkaç ağır eleman da fisyona girmeye yatkındır; toryum, protaktinyum gibi. Uranyumun bombardıman edilmesiyle elde edilen yapay plutonyum-239 izotopu da kolayca fisyona girebilir.

ZİNCİRLEME REAKSİYON

Nötron bombardımanı sonunda uranyum atomunun parçalanarak, iki ya da daha çok sayıda yüksek enerjili nötron çıkardığını gördük. Koşullar uygunsa, bu nötronlar da başka atomların parçalanmasına, dolayısıyla daha çok nötronun açığa çıkmasına yol açar. Açığa çıkan yeni nötronlar daha başka atomların parçalanmasına ve gene yeni nötronların açığa çıkmasına neden olur. Böylece muazzam bir "zincirleme reaksiyon" meydana gelir; giderek daha çok atom parçalanır, daha çok nötron açığa çıkar. Fisyon sırasında açığa çıkan enerji üzerinde öğrendiklerimizi göz önüne alırsak, böylesine bir zincirleme reaksiyon sonucunda ne denli büyük bir enerji meydana geldiğini düşünebiliriz. Gerçekten de, fisyona girebilen bir maddenin 450 gramı, 1.350.000 Kg. kömürün yanması sonunda elde edilebilecek miktarda ısı verir!

Zincirleme reaksiyon ancak "uygun koşullar altında" gerçekleşir. Örneğin fisyona giren madde çok küçükse, fisyon sırasında açığa çıkan nötronların çoğu dışarı kaçar, dolayısıyla zincirleme reaksiyon gerçekleşemez. Oysa fisyona girecek maddenin miktarı çoğaltılınca, daha az sayıda nötron reaksiyondan kaçabilir. Fisyona




Uranyum atomlarıyla zincirleme reaksiyon. Bir uranyum atomunda bir nötronun yol açtığı her bölünme ya da fisyon, üç nötronun daha açığa çıkmasına neden olur. Açığa çıkan yeni nötronlar da başka uranyum atomlarının bölünmesine yol açar.

Hidrojen bombasının patlamasından sonra meydana gelen muazzam ateşten top. Bir hidrojen bombası 50 milyon tondan çok TNT'nin patlama gücüne sahiptir. Hidrojen bombası nükleer füzyon ilkesine göre çalışır: Ağır hidrojen çekirdekleri birleşerek, ya da eriyip birbirinin içinde kaynayarak helyuma dönüşürler. Reaksiyon ancak çok yüksek sıcaklıklarda meydana gelebileceği için, başlatma düzeni olarak atomik bir fisyon bombasından yararlanılır.

Atom bombası nükleer fisyon ilkesine göre çalışır. Denetlenmemiş bir zincirleme reaksiyon sonucunda, ısı, ışık, patlama ve ışıma biçiminde muazzam miktarlarda enerji açığa çıkar. Soldaki fotoğrafta atom bombası atılması sonucu yerle bir olan Japonya'daki Hiroşima kenti görülüyor. Hiroşima'ya atılan atom bombasının patlayıcı gücü 20.000 ton TNT'nin patlama gücüne eşitti.

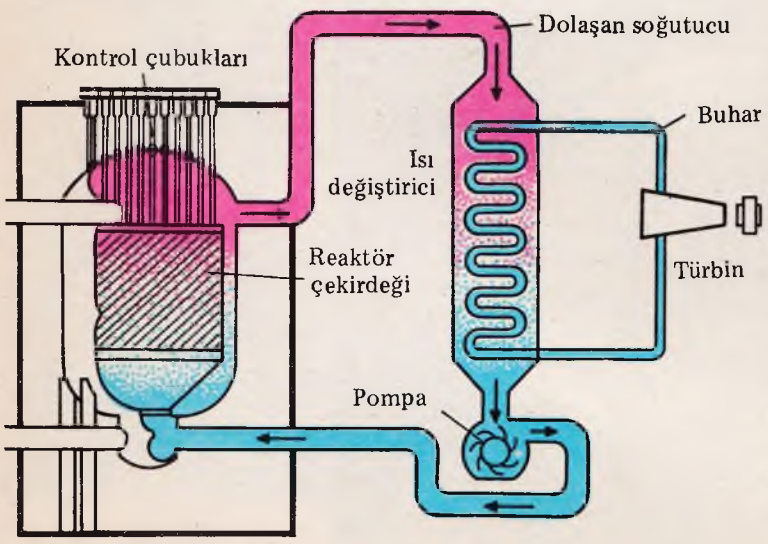
girecek maddenin, zincirleme reaksiyon için yeterli en az miktarına, "kritik kütle" denir.

Bilim adamları zincirleme reaksiyon sonunda meydana gelen muazzam enerjiyi iki yoldan kullanırlar. Bunlardan biri yok etmeyi amaçlar; atom bombası gibi. Atom bombası korkunç patlayıcı gücünü "denetlenmemiş" bir zincirleme reaksiyondan alır. Zincirleme reaksiyonun ikinci kullanım yolu daha barışçı amaçlar güder; atom reaktörleri gibi. Bu reaktörler "denetlenmiş" bir zincirleme reaksiyon sonunda ısı üretmeye yarar.

A—BOMBASI

Denetimsiz bir zincirleme reaksiyon için uygun maddeler yalnız uranyum-235 ile plutonyum-239'dur. Çünkü yalnız bu iki madde kolayca fisyona girebilir. Ne yazık ki A-bombasının ilkesi son derece yalındır: Yeteri kadar U-235 ile Pu-239'u bir araya getirip kritik bir kütle oluşturmak yeterlidir.

Nükleer reaktörlerde denetlenmiş zincirleme reaksiyondan yararlanılır. Böylece nükleer fisyon enerjisinin yavaş yavaş kullanılması sağlanır. Aşağıdaki resimde tipik bir atom reaktörü görülüyor. Fisyon olayı reaktörün çekirdeğinde yer alır. Fisyonun hızı kontrol çubuklarıyla ayarlanır. Reaktörün çekirdeğinden başlayarak dolaşan soğutucu, meydana gelen ısıyı çeker. Soğutucu yeniden dolaşmaya başlamadan önce, ısı değiştiricide sıcaklığını bırakır. Bu sıcaklık sayesinde kaynayan su buhar haline gelir. Buhar buradan türbine gider. Öldürücü ışımanın dışarı sızmasını önlemek üzere, reaktörün çekirdeği geniş beton ve çelik siperlerle kuşatılmıştır.




A-bombasının değişik türleri vardır. Bunlardan birinde, fisyona girebilir maddeden yapılmış bir kütle, yüksek patlama gücü olan uygun bir patlayıcı yardımıyla, fisyona girebilir başka bir madde kütlesine sokulur. Böylece iki maddenin bir arada kritik kütle oluşturması sağlanır. Zincirleme reaksiyon başlar ve bir saniyenin milyonda biri kadar süren bir zaman içinde bütün kütle fisyona girer. Bunun sonucu olarak muazzam miktarda enerji açığa çıkar. Başka bir bomba çeşidinde ise fisyona girebilir maddeden yapılmış içi boş bir küre, içeri doğru patlatılır; böylece kritik kütlenin oluşması sağlanır. Bugün atom bombaları, daha da güçlü bir silâh olan "hidrojen bombaları"nı patlatmak için kullanılıyor. Hidrojen bombası değişik bir "fusyon" ilkesine göre çalışır. Denebilir ki H-bombası Güneşin içinde sürüp giden enerji üretici işlemi taklit eder (Bk: sayfa 180).

NÜKLEER REAKTÖRLER (Atom Reaktörleri)

Atom reaktörleri zincirleme reaksiyonu denetlenmiş bir hızla sürdürecek biçimde yapılmıştır. Nükleer "yakıt"ın kritik bir kütlesi bir araya getirilir. Yalnız, kütlenin içine bu kez "kontrol çubuğu" denen çubuklar sokulur. Bu çubuklar kadmiyum gibi nötron yutan madenlerden yapılır. Kontrol çubukları sonuna kadar yerlerine yerleşince okadar çok nötron yutarlar ki, zincirleme reaksiyon durur. Sonra çubuklar çekilip çıkarılır. O zaman öyle bir nokta gelir ki, geride zincirleme reaksiyonu sürdürmeye yetecek miktarda nötron kalır.

Reaktörlerde doğal uranyum (bileşiminde en çok U-238 vardır) ve U-235 ve Pu-239 ile zenginleştirilmiş uranyum kullanılır. Doğal uranyum kullanan reaktörlerde karbon ya da ağır su (hidrojenin ağır izotopu olan deuteryumdan oluşmuş su) gibi moderatörlerin kullanılması zorunludur. Moderatörün görevi, U-235'in fisyonu sonunda açığa çıkan nötronların hızını yavaşlatmaktır. Normal olarak U-238'in nötronları yutması gerekirdi, böylece zincirleme reaksiyonun meydana gelmesi de önlenirdi. Ne var ki U-238 küçük nötronları kolay yutamaz.

Enerji elde etmek amacıyla ısı üreten nükleer reaktörlerde soğutucu bir gaz ya da sıvı dolaşımı vardır. Reaktörün içinde dolaştıkça ısınan soğutucu, sıcaklığını bir ısı değiştiriciye bırakır. Bu sayede ısınan su buhara dönüşür. Elde edilen buhar, bildiğimiz yoldan turbo-jeneratörlerin işletilmesinde kullanılır.

İskoçya'da, Dounreay'deki hızlı atom reaktörü. Bu tür reaktörlere "üretici reaktör" denir; çünkü reaktör çalışırken bir yandan da yeni yakıt üretir. (Sağda)

# En Çok Kullanılan Plastikler

AKRİLİKLER Bu tür plastiklerin sayısı çok değildir. Yalnız akrilik plastikler içinde çok iyi bildiğimiz iki çeşit plastik vardır. Bunlardan biri saydam, cama benzer bir plastik olan Perpeks'tir. Öbür akrilik plastikten ise akrilik sentetik lifler yapılır. Her iki tür de termoplastiktir, yani ısı etkisiyle yumuşar. Akrilik lifler piyasada Akrilan, Courtelle, Orlon gibi adlarla tanınır. Bunlar iç çamaşırından kazağa kadar, her tür giyim eşyası yapmaya elverişlidir. Akrilik liflerden yapılan giyim eşyaları yumuşak olduğu gibi, sıcak da tutar.

BAKALİT Yalnız kimyasal maddelerden yapılan ilk plastiktir. Tavaların, elektrik ütülerinin siyah, ısı-geçirmez kulpları bakalitten yapılır. Bakalitin çok geniş bir kullanma alanı vardır: kül tablasından tutun da, elektrik donatımına, mutfaklardaki ısı geçirmez yüzeylere kadar birçok eşya bakalitten yapılır. Koyu rengine karşın, çok ucuzdur. Bu denli çok kullanılması da ucuzluğundandır. Bakaliti 1909'da Belçika'da doğmuş bir kimyacı olan Dr. Leo Henrik Baekeland bulmuştur. Bu yeni maddeye onun adından ötürü bakalit denmiştir. Bakalit fenol ile formaldehit gazının bir eriyiğinden yapılır. Her iki madde de bol miktarda bulunduğu gibi, ucuzdur. Fenol ya da karbolik asit, kömür katranından elde edilir (Melamin-formaldehit ve Üre-formaldehit başlıklarına da bakın).

KAZEİN Süt Doğa'da bulunan doğal besinlerden biridir. Sütü doğrudan doğruya içtiğimiz gibi, tereyağ, peynir, yoğurt da yaparız. Kimyacılar ise sütten plastik yaparlar! Sütte plastiği oluşturan maddeye "kazein" denir. Kazein plastiği bugün eskisi kadar çok kullanılmıyorsa da, hâlâ düğme, toka, örgü şişi, kopça, şemsiye sapı gibi eşyaların yapımında kullanılmaktadır.

MELAMİN—FORMALDEHİT (M.F.) Termosetting, yani ısı etkisiyle sertleşen plastiklerdir. Yüksek kaliteli plastik sofra takımlarının —çatal, bıçak gibi— yapımında kullanılan türüne Maleware denir. Melamin-formaldehitten yapılan eşyalar özellikleri bakımından bakalitten yapılmış eşyaya çok benzerlerse de, çok daha düzgün ve parlak renkli olurlar.

NAYLON Isı etkisiyle yumuşayan, daha çok lif biçiminde tanınan bir plastiktir. İlk sentetik liftir, hâlâ da en önemli sentetik lif olma özelliğini korumaktadır. Naylon çoraptan gömleğe, yağmurluğa, kürke kadar her tür giyim eşyasının yapımında kullanılır. Bütün sentetik lifler gibi buruşmaz, su geçirmez ve çok çabuk kurur. Halı yapımında da büyük ölçüde naylon kullanılır. Çok dayanıklı olduğu, bükülmediği için halıcılıkta idealdir. Naylonun birçok çeşidi varsa da, hepsinin özellikleri birbirine benzer; hepsi "poliamid"dir.

Naylon özellikle sağlam ve dayanıklıdır; çürümez. Bu özelliği yüzünden balık ağlarında çok kullanılır. Çünkü balık ağlarının yakalanan balıkların ağırlığını çekecek kadar sağlam, aynı zamanda deniz suyunun çürütücü etkisine karşın dayanıklı olması gereklidir. Balık ağlarında kullanılan naylonlar kalın, tek bir iplik halindedir. Tenis raketlerinin ağlarında da bu çeşit naylon kullanılır.

Katı bir plastik madde olarak da naylondan geniş ölçüde yararlanılır. Evlerde, mutfaklarda kullanılan birçok makinenin (karıştırıcı, çırpıcı gibi) çeşitli parçaları katı naylondan yapılır. Hareket eden naylon makine parçaları yağlanmaya gereksinme göstermez; çünkü birbiri üzerinden kolayca kayabilirler. Naylon makine parçalarının bir üstünlüğü de, maden makine parçalarından çok daha sessiz işleyebilmeleridir.

PERSPEKS Isı etkisiyle yumuşayan bir plastik türüdür. Kristal duruluğunda, sert bir plastiktir. En çok, kırılmaz saat camı yapımında kullanılır. Bunun yanısıra çok geniş bir kullanım alanı vardır. Gözlük takmak istemeyen kimselerin yeğ tuttukları minicik göz mercekleri (lensler) de perspeksten yapılır. Lens yapımında cam kullanmanın elbet birçok tehlikeleri vardır; çünkü cam kırılıp gözü zedeleyebilir. Perspeks ise kırılmayacak, çatlamayacak kadar serttir. Perspeksin daha başka yararları da vardır: takma diş, takma göz yapımında da kullanılır.

Sert, dayanıklı, saydam bir plastik olduğu için, perspeksten endüstride de birçok alanlarda yararlanılır: Koruyucu gözlükler, makinelerde çalışan işçileri koruyan siper levhaları, oluklu çatı levhaları, vb, gibi. Bu tür levhalar genellikle evlerde, güneşlenme yataklarının üzerini örtmekte ve çatısı eğimli sundurmalarda da kullanılır. Hava akımlarına çok dayanıklı olduklarından, bu gibi işler için idealdirler.

Perspeksin bu denli çok kullanılmasının nedenlerinden biri de, kolaylıkla kalıba dökülüp biçimlendirilebilmesidir. Öbür plastiklere benzemez bir yanı da, perspeksin yapım sırasında doğrudan doğruya levha haline konulabilmesidir. Perspeksin kimyasal adı "polimetil metakrilat" ya da kısacası "PMMA"dır.

PLASTİK TUTKALLAR Isı etkisiyle sertleşen plastiklerdir. Eritici sıvıların içinde çözülebilir ve son derece güçlü yapıştırıcılar meydana getirebilirler. Bu tutkallarla yapıştırılan iki yüzey, hattâ iki maden bir daha ayrılmamacasına birbirine yapışır. Plastik tutkallar daha çok endüstride kullanılırsa da, piyasadaki kimi dükkânlarda da bulunabilir. İki tüp halinde satılırlar. Tüplerden birinde reçine eriyiği, öbüründe reçineyi sertleştirmeye yarayan kimyasal bir eriyik vardır. İki eriyik kullanılmadan hemen önce karıştırılır. Plastik tutkallar verniklerde de kullanılır.

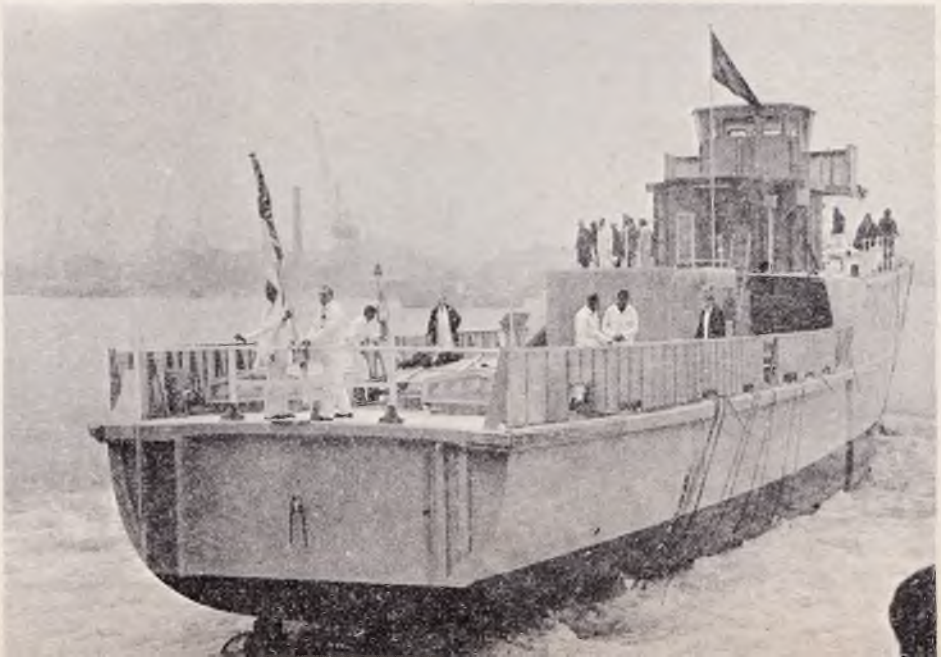
POLİPROPİLEN Yüksek yoğunluklu politene çok benzer. Çok kez bu iki plastiği birbirinden ayırt etmek zordur. Her ikisi de okadar hafiftir ki, suyun üzerinde yüzerler. Yalnız, propilenin yumuşama noktası daha yüksektir; bir de politenden daha parlaktır.

POLİSTİREN En çok kullanılan plastiklerden biridir. Polistirenin en bildik örneklerini mutfaklarımızda bulabiliriz. Arı polistiren kristal duruluğundadır; saydam kaplarla ölçülü testilerin yapımında idealdir. Yalnız, bir kusuru vardır: Kolayca kırılır. En belirgin özelliği, düştüğü vakit madensel bir çınlama meydana getirmesidir. Öbür plastikler ise düşünce boğuk bir ses çıkarır. Buz dolabımızın iç kesiminde polistirenin başka bir türünü buluruz. Buz dolaplarının iç astarı sentetik kauçukla sertleştirilmiş polistirenden yapılmıştır. Bu tür polistiren duru

Solda: İngiltere'de, Kew'daki Kraliyet Bitki Bahçeleri'nde polivinil kloridden yapılmış koruyucu giysiler kullanılır. Bu tür giysilerde havalandırma düzeni vardır.

Sağda: Su geçirmemesi için kumaşlara silikon uygulanır.

Aşağıda: İngiliz Kraliyet Deniz Kuvvetleri'nin ilk cam elyafı gemisi olan HMS Wilton'ın denize indirilişi. Cam elyafıyla takviye edilmiş poliyester kalıba dökülmeye elverişlidir ve kullanım alanı giderek büyümektedir.



değilse de, yarı saydamdır.

Polistiren şimdiye kadar saydıklarımızdan büsbütün başka bir biçimde de karşımıza çıkar. Son derece hafif, beyaz tavan tuğlaları (kiremitleri) bu tür polistirenden yapılır. Minik polistiren boncuklarının köpürtücü bir maddeyle birlikte ısıtılması yoluyla elde edilir. Isıtma sonucunda çıkan gaz polistireni şişirir. Şişirilmiş polistiren gerçekte katılaşmış bir köpükten başka bir şey değildir. İçinde tıkanıp kalmış olan gaz, şişirilmiş polistireni kusursuz bir ısı yalıtkanı haline getirir. Şişirilmiş polistiren paketleme işlerinde geniş ölçüde kullanılır.

POLİTEN Bütün plastikler içinde belki de en çok kullanılanıdır. Bulaşık kapları, sıkınca içindekini akıtan deterjan şişeleri, plastik çantalar ve benzeri pek çok eşya politenden yapılır. Bugün satın aldığımız hemen her şey, ister büyük, ister küçük olsun, politen torbalara sarılıdır: giyim eşyası, halı, mobilya, oyuncak ve elbet her çeşit yiyecek gibi. Ambalajda zar inceliğindeki politenin bu denli çok kullanılmasının nedeni ucuz, saydam, dayanıklı ve esnek olmasıdır. Politen çukulata kutularını, sigara paketlerini kaplamakta kullanılan selofan kadar saydam değildir ama, çok daha sağlamdır. Ayrıca politen torbalara konmuş yiyecekler taze kalır; çünkü politen hava geçirmez.

Katı halde politen iki biçimde karşımıza çıkar. Bunlardan biri yumuşak ve esnektir; yoğunluğu düşük (hafif) politen adıyla anılır. Öbürü ise sert ve katıdır; yüksek yoğunlukta (ağır) politen adıyla anılır. Her ikisi de aynı ham maddeden —etilenden— ama, değişik koşullar altında yapılır. Etilen ham petrolün işlenmesi sırasında elde edilen bir gazdır. Basınç altında ısıtılınca, plastik polietilen haline gelir. Politenin kimyadaki gerçek adı da budur. Politen ısı etkisiyle yumuşayan plastiklerden olduğu için, kolayca biçimlendirilebilir.

POLİTETRAFLUORETİLEN ya da kısaca P.T.F.E. politene benzer bir plastiktir. Yapışmaz tavalarda, sahanlarda kullanılır. Piyasadaki adı "Teflon"dur.

POLİÜRETAN Daha çok köpük halinde kullanılan bir plastiktir. Döşemecilikte, otomobil koltuklarında, yağmurlukların hafif, su geçirmez astarlarında, vb. kullanılır. Köpük kimyasal bir reaksiyon sonucunda, donmakta olan plastiğin içinde gaz habbeciklerinin tutulmasıyla elde edilir. Poliüretanlı boyalarla cilâlar çok serttir ve kolay kolay çizilmez.

POLİYESTERLER Poliyesterlere en çok sentetik lifler halinde rastlarız. Poliyester liflerin en tanınmışları piyasadaki adlarıyla Terilen, Dakron ve Fortel'dir. Bunlardan dokumacılıkta yararlanılır ve çeşit çeşit kumaş yapılır. Bu tür kumaşlar biçimlerini iyi korur; çünkü sentetik lifler uzayıp yayılmaz. Bu tür poliyesterler bütün öbür sentetik lifler gibi, ısı etkisiyle muyuşayan plastiklerdir.

Öte yandan, bazı poliyesterler belirli kimyasal maddelerle işlenince ısı etkisiyle sertleşen reçineleri meydana getirirler. Bu reçineler cam elyafıyla birlikte, araba karoseri, gemi teknesi, olta çubuğu, bavul, birçok ev ve endüstri eşyasının yapımında kullanılır. Bu eşyaların çoğu tabaka tabaka yapılır. Kalıbın içine sırayla bir tabaka cam elyafı, bir tabaka plastik reçine konur. İstenen kalınlık elde edilinceye kadar bu işe devam edilir. Sonra ısıtma yoluyla tabakaların sertleşmesi sağlanır.

PVC Son yıllarda pek moda olan parlak yüzeyli, parlak renkli yağmurluklar kısaca PVC diye anılan plastikten yapılmadır. Plastiğin kimyasal adı "polivinil klorid"dir. PVC'ye hemen her yerde, türlü biçimlerde rastlayabiliriz. Esnek, tabaka halindeki PVC'den banyo perdeleri, masa muşambaları yapılır. PVC ayrıca kumaş üzerine kaplanarak deri taklidi bir kumaş elde edilir (leathercloth). Bu kumaş otomobil koltuklarını kaplamakta kullanıldığı gibi, el çantası, hattâ elbise yapımında da kullanılır. Kunduracılıkta da PVC'den yararlanılır. Üst yüzü gerçek deriye benzeyen PVC'den yapılmış ayakkabılar hem ucuz ve dayanıklı, hem de su geçirmezdir. Yıkanabilir yer döşemeleri ile bahçe hortumları da PVC'den yapılır. Elektrik telleri ile kablolarının üzeri PVC ile kaplanır; çünkü PVC mükemmel bir yalıtkandır. Kırılmaz, uzunçalar gramofon plakları, teyplerde kullanılan ses bantları da PVC'den yapılır.

PVC çoğu kez politen ve polipropilenle karıştırılır. Çünkü her üç plastik de hemen hemen aynı eşyaların yapımında kullanılır. Bir şeyin PVC'den yapılıp yapılmadığını anlamak için en iyi yol, o şeyi suya atmaktır. Nesne batarsa, PVC'den yapılmış demektir. Çünkü PVC sudan ağırdır. Politen ile polipropilen ise sudan daha hafif olduklarından yüzerler.

SELÜLOİT İnsan eliyle yapılmış ilk plastiktir. Büyük bir kusuru vardır: çok çabuk yanar. Bu yüzden öbür plastikler giderek selüloitin yerini almaktadır. Bununla birlikte, selüloitin hâlâ kullanıldığı alanlar da vardır: pingpong topları selüloitten yapılır. I. Dünya Savaşı'nda bir çeşit selüloit eriyiği (ki buna bez cilâsı "dope" deniyordu) uçak kanatlarının üzerini kaplayan kumaşa sürülüyordu. Bu cilâ kumaşın daha sağlam ve havaya dayanıklı olmasını sağlıyordu.

Selüloit adından da belli olduğu gibi, selülozdan elde edilir. Arı selüloz olan pamuk bir asitler karışımıyla işleme sokularak selüloz nitrat, ya da "nitroselüloz" elde edilir. Bir plastik madde olarak nitroselüloz yeterince esnek değildir, kolayca kırılabilir. Bu yüzden, esneklik kazandırmak için içine kâfuru katılır.

SELÜLOZ ASETAT Bu plastiğin iki ana türü vardır: Asetat ve triasetat. Her iki tür de giyim eşyası yapmak için eğirilmeye elverişli liflerden meydana gelmiştir. Asetat türüne "asetat rayon" da denir. Triasetat türünü ise piyasa adı olan "Tricel" ve "Arnel" diye tanırız. Selüloz asetatın bir başka çeşidi de fotoğrafçılıkta geniş ölçüde kullanılır; bu tür selüloz asetattan kristal duruluğunda fotoğraf filimleri yapılır. Selüloz asetat yerini almış olduğu selüloit kadar yanıcı değildir. Piyasa mallarının içine konduğu karton kutulardaki malı göstermeye yarayan saydam "pencereler" hep selüloz asetattan yapılır. Katı haldeki selüloz asetat serttir, ergime noktası yüksektir. Bu tür selüloz asetat diş fırçası sapı ve çatal-bıçak yapımında geniş ölçüde kullanılır. Ayrıca kalıba dökülmüş oyuncak yapımında da katı haldeki selüloz asetattan yararlanılır. Selüloz asetatın değişik bir çeşidi de selüloz aseto-bütirattır. Bu plastik asetattan daha sağlam olduğu gibi, ısıya da daha dayanıklıdır.

SİLİKONLAR Son derece ilginçekici plastik maddelerdir. Büyük olasılıkla "silikon" adını mobilya ve otomobil cilâsıyla ilgili konularda duymuşsunuzdur. Silikonlu cilâlar sürüldükleri yüzeyi pırıl pırıl yaptıkları gibi, sert bir koruyucu tabaka da oluştururlar. Cilâlanmış yüzeyin üzerine su dökülse bile süzülüp gider, yüzeye bir şey olmaz. Yağmurluklar da su geçirmemeleri için silikonla işlenir. Bütün bu kullanım alanlarında sıvı halde silikonlar kullanılır. Silikonların reçine benzeri bir türü de vardır ki, ısıya dayanıklı boya yapımında kullanılır. Silikonlardan bir çeşit sentetik kauçuk da yapılır. Silikon kauçuğundan yapılmış ufak toplar çocukların sevdiği oyuncaklardır. Bunlar atılınca şaşılacak biçimlerde zıplar.

Gerçekte sıvı haldeki silikonlar plastik değildir; çünkü biçimlendirilmeleri olanaksızdır. Ancak, molekülleri tipik plastik molekülü biçiminde, yani uzun zincirler halindedir. Silikonlar öbür plastiklerin hepsinden değişiktir; çünkü uzun zincir halindeki yapıları bambaşka biçimde düzenlenmiştir. Silikonların yapısı, silisyumla oksijen arasındaki bağlantılar temeli üzerine kurulmuştur.

ÜRE—FORMALDEHİT (U.F.) Bu tür plastikler Bakalitin yapıldığı yola benzer bir yoldan elde edilir. Özellikleri bakımından da Bakalite çok benzerler. Isı etkisiyle sertleşirler, aynı zamanda ısıya dayanıklıdırlar. Bunların Bakalite üstünlüğü, doğal olarak renksiz olmalarıdır. Bu özellikleri sayesinde istenen renge boyanabilirler. Elektrik donatımında, şişe tıpalarında ve daha başka birçok alanda kullanılırlar.

EVDE KULLANDIĞIMIZ PLASTİKLER

# Plastik Teknolojisi

Bugün gerek evlerimizde, gerekse endüstride inanılmaz derecede çok çeşitli plastikler kullanıyoruz. Evlerimizdeki plastik örnekleri en çok mutfaklarımızda toplanmıştır: yer döşemeleri vinil tuğlalardan yapılmıştır; çalışma yerlerinin ve mutfak masalarının yüzeyleri sert, ısıya dayanıklı Formika ile kaplıdır; sandalyeler bir silinişte tertemiz oluveren deri taklidi PVC kumaşıyla kaplanmıştır; bulaşık teknesi ile sıkınca içindekini akıtan deterjan şişesi politenden yapılmıştır; buz dolabının astarı polistirendir, vb. gibi.

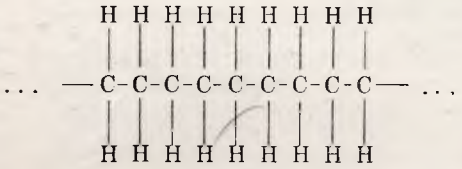
Yukarıda saydığımız maddeler, bugün geniş ölçüde kullanılan plastiklerdir. Kendiniz de denemişsinizdir: Her plastiğin kendine özgü bir görünüşü ve yapısı vardır. Kimisi sert, kimisi yumuşaktır; kimisi saydamdır, kimisi değildir; kimisi ısıya dayanıklıdır, kimisi kolayca eriyiverir. Kısacası, plastikler bileşimlerindeki maddelere göre değişik özellikler gösterirler. Öte yandan plastiklerin değişik görünüş ve özelliklerine karşın ortak yanları da vardır ki, hepsinin "plastikler" adı altında ayrı bir grupta toplanmasının nedeni budur. Genel olarak plastikleri şöyle tanımlayabiliriz: Plastikler uzun, zincir biçimi molekülleri olan, ısıtılıp kalıba dökülünce biçimlendirilebilen maddelerdir.

Polivinil klorid (PVC) en çok kullanılan plastiklerden biridir. Resimdeki canlıya benzer bebekler PVC'den yapılır. Plastik karışımı çukur bir kalıba dökülür. Plastik ince bir tabaka halinde kalıbın biçimini alır. Sonra kalıp ısıtılır.

Politetrafluoretilen (PTFE) ev kadınının çok işine yarayan bir plastiktir. Tavaların, saplı sahanların, tencerelerin üzerine kaplanınca, yemeğin kaba yapışmasını önler. PTFE ile kaplanmış mutfak kaplarının temizlenmesi de kolaydır: ıslak süngerle silmek yeter.

POLİMERLER

Peki, uzun, zincir biçimi molekül ne demektir? Bütün maddelerin molekül adı verilen küçücük atom kümelerinden meydana geldiğini hepimiz biliriz. Çoğu maddeler, örneğin su, içinde birkaç atom bulunan kısa moleküllerden meydana gelmiştir. Plastikler adı altında toplanan maddelerin molekülleri ise upuzun bir zincir biçiminde birbirine bağlanmış atomlardan oluşmuştur. Molekülü meydana getiren atomların sayısı kimi vakit milyonları bulur. Örnek olarak en basit ve en çok kullanılan plastik olan politeni alalım. Politen mülekülü karbon (C) ve hidrojen (H) atomlarından meydana gelmiştir. Formülü şöyledir:



Molekülün iki hidrojen atomuyla bir karbon atomunun ($CH_2$) birçok kez tekrarlanmasıyla meydana geldiği görülüyor. Böyle uzun, zincir biçimi molekülleri olan maddelere "polimer" denir. Polimer kelimesi "birçok parça" anlamına gelir. Çoğu plastiklerin adının "poli" ile başlaması da bundandır. Kelimenin "poli"den sonra gelen son kesimi ise, plastiğin neden yapılmış olduğunu gösterir. Örneğin "polietilen" (Politenin kimyasal adı) adı, bu plastiğin etilen adındaki kimyasal maddeden yapılmış olduğunu belirtir. Bunun gibi, polistiren de stirenden yapılmıştır.

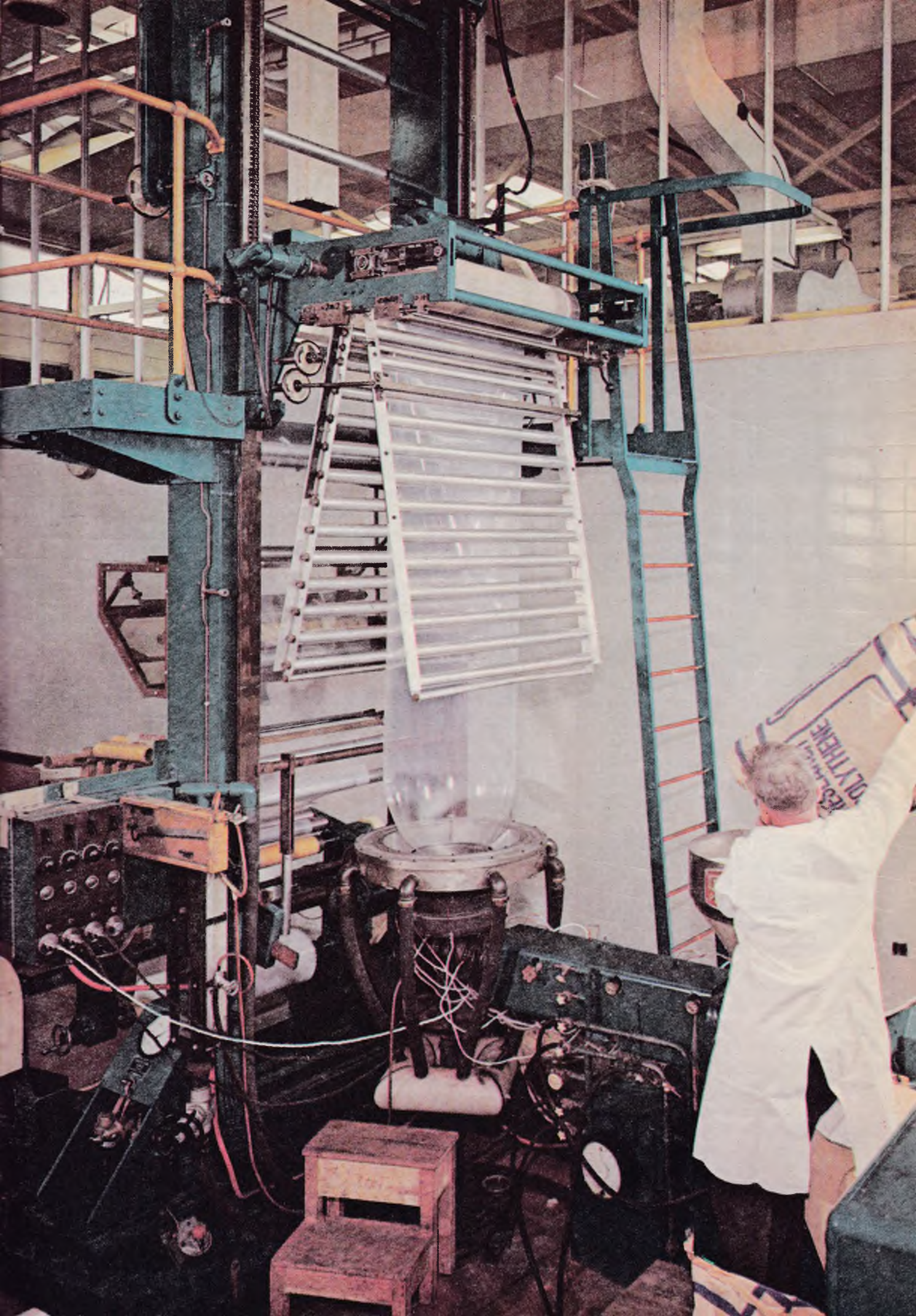
POLİMERİZASYON

Küçük moleküllerin plastiklere özgü uzun zincirli polimerler haline getirilmesine "polimerizasyon" denir. Küçük molekülleri A harfiyle gösterecek olursak, polimeri -A-A-A-A-A-A- şeklinde yazabiliriz. Küçük moleküle "monomer" (tek parça) denir. Örneğin politen, etilen gazının polimerizasyonuyla elde edilir. Burada monomer etilendir.

Kimi plastiklerde polimer değişik monomerlerden meydana gelmiştir. Bu monomerlerden birine A, öbürüne B diyecek olursa, polimerin formülü şöyle olur: A-B-A-B-A-B-A-. Bu tür polimerlere "kopolimer" denir. Stiren-bütadyen sentetik kauçuğu kopolimerlere örnektir. Bu kauçuktaki monomerler stiren ile bütadyendir.

Bugün birçok değişik polimerizasyon yöntemi uygulanmaktadır. Ancak genel olarak bütün bu yöntemlerde monomerler çoğu kez basınç altında bir katalizörle birlikte ısıtılır.

Karşı sayfada boru biçiminde ince politen yapmaya yarayan bir çekme makinesi görülüyor.



Bütün plastikler, karbon atomlarının temel teşkil ettiği uzun moleküllerden meydana gelmiştir. Çünkü bütün kimyasal elemanlar içinde kendi kendisiyle böylesine bağlar kurulabilen tek eleman karbondur. Yalnız silisyum plastiklerinin yapısı değişiktir. Silisyum plastiklerinde oksijen atomları ile silisyum atomları birbirine bağlanmıştır. Buna da şaşmamak gerekir; çünkü kimyasal bakımdan karbon ile silisyum son derece yakın elemanlardır.

DOĞAL PLASTİKLER

İnsan vücudu da birbirine bağlantılı karbon atomlarından oluşmuş karmaşık moleküllerden yapılmıştır. Bitkiler de içinde olmak üzere, bütün canlı organizmalar böyle moleküllerden meydana gelmiştir. Bundan dolayı bazı bitkilerden plastik maddeler elde etmemizde ya da yapmamızda şaşılacak bir şey yoktur. Buna en iyi örnek, lastiktir. Lastik kauçuk ağacının kesilen yerlerinden damlayan sütlü özsunun işlenmesiyle elde edilir.

Reçine çam ağaçlarından sızan yapışkan sakızdan yapılır. Gomalaka ise lakadan elde edilir. Laka, Hindistan ve Burma'da yetişen bazı ağaçların özsularıyla beslenen bir böceğin vücudundan sızan sakıza benzer bir sıvıdır.

SENTETİK PLASTİKLER

Bununla birlikte, naylon, politen gibi çok kullandığımız plastiklerin çoğu sentetiktir; yani salt kimyasal maddelerden yapılmıştır. Sentetik plastikler "polimerizasyon" denen bir işlemden geçirilir. Sentetik plastik yapımına en elverişli ham maddeler ham petrol ile kömürdür. Bu iki maddeden de birçok değerli kimyasal madde üretilebilir. Ancak son zamanlarda kömür bu alandaki eski önemini az-çok yitirmiştir.

Birçok plastik kalıba dökülüp katılaştıktan sonra yeniden ısıtılırsa yumuşar. Böyle plastiklere ısı etkisiyle yumuşayan plastik, ya da "termoplastik" denir. Geri kalan plastikler ise yeniden ısıtılınca yumuşamazlar. Bunlara da ısı etkisiyle yumuşamayan plastikler ya da "termosetting" plastikler denir. Plastiklerin kimisinin ısı etkisiyle yumuşaması, kimisinin yumuşamaması yapılarıyla ilgilidir. Termoplastikler birbirleriyle bağlantısız uzun moleküllerden yapılmıştır. Isıtılınca, moleküller hareket edebilir. Böylece plastik yumuşar ve sonunda erir.

Kullandığımız plastiklerin çoğu termoplastiktir, yani ısı etkisiyle yumuşayan plastiklerdir; politen, naylon, PVC, Perspeks, polistiren gibi. Bu tür plastikler yumuşakken çok kolay biçimlendirilebilir. Isı etkisiyle yumuşamayan plastiklerin başında ise Bakalit ile formaldehit plastikleri gelir. Yapılarından dolayı, bu plastiklerin biçimlendirilmesi zordur.

Plastikleri biçimlendirmek için birçok yöntem vardır. Bunların en önemlileri dökme (kalıp), sıkıştırma (pres), silindirden geçirme, tabakalama ve kaynak yöntemleridir.

DÖKME (KALIP)

Plastiklerin biçimlendirilmesinde en çok kullanılan yöntem büyük olasılıkla dökme yöntemidir. Çukur kaplar, kâseler, sıkınca içindekini akıtan şişeler, fincanlar, fincan tabakları hep dökme yöntemiyle, ama değişik yollardan yapılır. Kâseler püskürtme kalıp, şişeler üfürme kalıp, fincanlar ve tabakları sıkıştırma kalıp yöntemiyle yapılır.

"Püskürtme kalıp yöntemi" ısı etkisiyle yumuşayan plastiklere geniş ölçüde uygulanır. Toz ya da küçük tanecikler halindeki plastik, püskürtme kalıp makinesine doldurulur. Önce bir ısıtma odasında eritilir, sonra bir basma tulumba silindiriyle çukur kalıba püskürtülür. Kalıpta soğuk su dolaştırılır. Plastik soğuyunca kalıbın biçimini alarak donar. Sonra iki parça halindeki kalıp açılır, kalıbın biçimini almış olan plastik çıkarılır. Sonra kalıbın iki parçası yeniden birleşir ve işlem tekrarlanır.

"Üfürme kalıp yöntemi" de ısı etkisiyle yumuşayan plastiklere uygulanır. Serin bir kalıbın içindeki erimiş bir plastik kabarcığının içine hava üfürülür. Plastik şişerek kalıbın biçimini alır. Bu yöntemle şişeden başka, çok sayıda içi boş oyuncak da yapılır.

PVC'den içi boş eşya yapmakta çok kullanılan bir yöntem de "döndürme yöntemi"dir. Bu yöntemde, plastisol denilen yumuşatıcı bir madde ile plastik karışımı ısıtılmış çukur bir kalıba dökülür; sonra kalıp döndürülür. Plastisol kalıba değince donmaya başlar. İstenen kalınlık elde edilince, fazla gelen plastisol kalıptan dışarı boşaltılır. Sonra plastik eşya "pişirilerek" son biçimini alır.

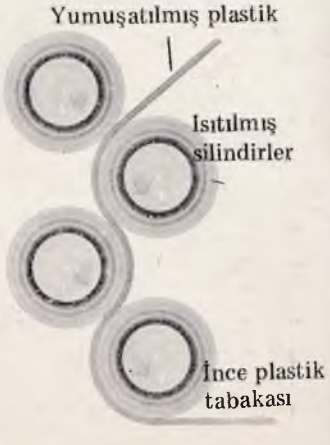
"Sıkıştırma kalıp yöntemi" Bakalit ile öbür formaldehit plastiklerini biçimlendirmekte kullanılır. Bu ısı etkisiyle sertleşen plastikler başka yöntemlerle kalıba dökülemez; çünkü erimeleriyle katılaşmaları bir olur. Sıkıştırma kalıp yönteminde, ısı etkisiyle sertleşen toz halindeki plastik ısıtılmış kalıbın dibine, kalıbın yarısını kaplayacak biçimde doldurulur. Plastik tozu eriyip donmaya başlayınca, kalıbın üst yarısı aşağı iner ve plastiği sıkıştırarak kalıbın biçimini almaya zorlar.

Kimi plastikler, örneğin PVC, ısıtılmadan da kalıba dökülebilir. "Soğuk döküm" adı verilen bu yöntem en kolay dökme yöntemlerinden biridir. Plastik yumuşatıcı bir maddeyle, soğuk olarak karıştırılır ve kalıba dökülür. Yumuşatıcı ile plastik birleşince katılaşarak kalıbın biçimini alır.

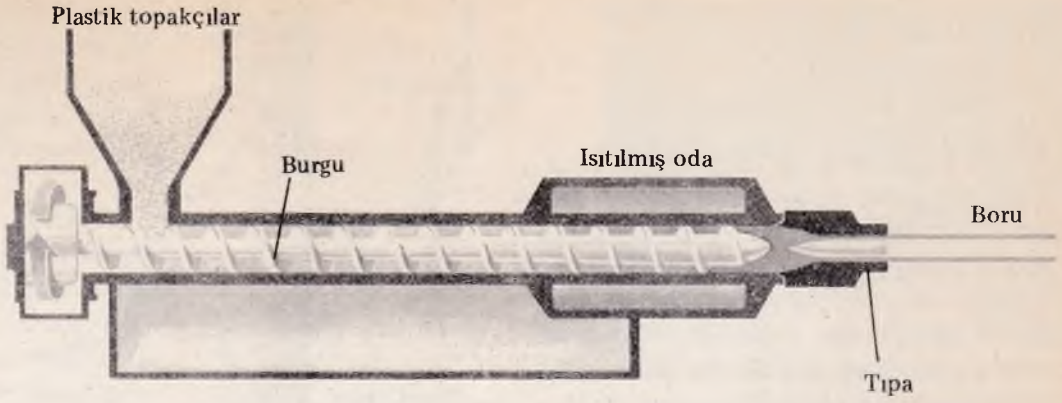
İçi boş kalıp

Üfürme kalıp yöntemiyle plastik bir şişenin yapılışı. İçi boş bir kalıba konan erimiş plastiğe basınçlı hava verilir. Basınçlı havanın etkisiyle plastik genişleyip şişer, kalıbı doldurarak biçimini alır. Plastik soğuyunca kalıp açılarak plastik şişe çıkarılır.

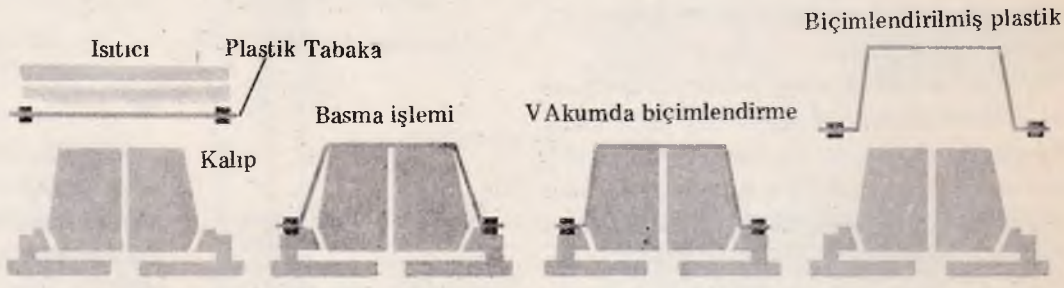
Tabakalama yöntemi en çok PVC'ye uygulanır. Bu yöntemle plastik tabakalar, filimler yapılır. Yumuşatılmış plastik buharla ısıtılmış birçok silindirden geçirilir. Silindirler plastiği sıkıştırarak ince bir zar haline sokar.



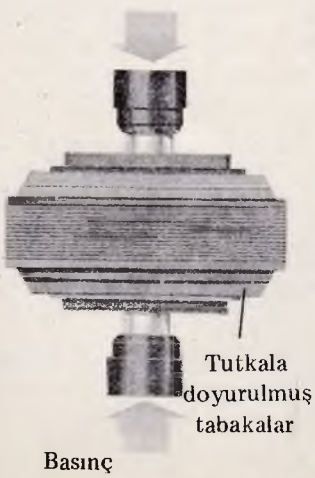
Plastiklerin biçimlendirilmesinde en çok kullanılan yöntemlerden biri de çekme yöntemidir. Vidaya benzer bir burgu, plastik topaklarını ısıtılmış bir odaya gönderir. Topaklar bu odada erir. Sonra erimiş plastik bir delikten kalıba akıtılır. Plastik boru yapmak isteniyorsa, kalıp deliğinin içine bir tıpa konur.




Yumurta kutuları termoform yöntemiyle yapılır. Plastik tabakası ısıtma yoluyla yumuşatılır, sonra kalıbın üzerine bastırılır. Biçimlendirme işlemini tamamlamak üzere son olarak da ortamdaki hava boşaltılır (vakum).




Mutfak masalarının, dolaplarının üzerini kaplamakta kullanılan sert, ısıya dayanıklı plastik tahtalar tabakalama yöntemiyle yapılır. Sentetik tutkala batırılıp bırakılmış kâğıt tabakaları üst üste yığılıp ısıtılmış bir pres makinenesine verilir.




ÇEKME

Plastik çubuklar, borular, tüpler ve ince tabakalar çekme yöntemi adı verilen bir yöntemle yapılır. Erimiş plastik tıpkı tüpten sıkılan diş macunu gibi, sıkıştırılarak bir delikten geçirilir. Bu yöntem ısı etkisiyle yumuşayan plastikler için geçerlidir. Plastik tanecikleri bir sıkıştırma makinesine doldurulur. Bu makine mutfaklarda kullanılan kıyma makinelerine benzer, yalnız çok daha uzundur. Sonra makine ısıtılarak plastik tanelerinin erimesi sağlanır. Makinenin ortasındaki bir vida düzeni erimiş plastiği biçimlendirilmiş bir kalıptan geçmeye zorlar. Böylece plastik kalıbın biçimini alır. Çubuk yapmak için kullanılan kalıplar yalın, yuvarlak bir delikten ibarettir. Boru yapılırken de plastik içinde bir çubuk bulunan yuvarlak bir kalıptan geçirilir. İnce plastik tabakaların yapımında kullanılan kalıplar ise ince uzun bir yarık biçimindedir.

SİLİNDİRDEN GEÇİRME

İnceli kalınlı plastik tabakaların yapımında çok kullanılan bir başka yöntem de "silindirden geçirme" yöntemidir. Bu yöntemde plastik silindirden geçirilerek ezilir ve "ütülenir". Yöntem yalnız ısı etkisiyle yumuşayan plastiklere, özellikle de PVC'ye uygulanır. Buharla ısıtılmış büyük, ağır silindirler yumuşatılmış plastiği ezerek tabaka haline getirir. Plastiğin yüzeyine, istenirse, son silindirden geçirme sırasında süsleyici şekiller yapılabilir. Başka maddelerin plastikle kaplanmasında da bu yöntemden yararlanılır. İskambil kartları ile kumaşların yüzeyi bu yöntemle plastik kaplanır. Sıcak bir plastik tabakası, plastik kaplanacak kâğıdın ya da kumaşın üzerine yapıştırılıp ağır silindirlerden geçirilir.

TABAKALAMA

Mutfak masalarında, dolaplarında kullanılan sert, dayanıklı bir plastik olan Formika "tabakalama" denen yöntemle yapılır. Bu yöntem sandviç yapmaya benzer. Tabakalar halindeki plastik madde üst üste konarak sıkıştırılır. Plastik tabakalar kâğıt, kumaş gibi ucuz malzemenin bir formaldehit reçinesi eriyiğine batırılıp bırakılmasıyla elde edilir. Üstüste eriyiğe bastırılan tabakalar daha sonra ısıtılıp sıkıştırılır. Reçine ısıtılınca sertleşir ve kumaş, kâğıt tabakalarını birbirine yapıştırarak sert bir tabaka haline getirir.

Otomobil karoserleri ve gemi tekneleri yapımında kullanılan "cam elyafı" da değişik bir tabakalama yöntemiyle yapılır. Bir tür poliyester reçinesi ile cam elyafı sırayla, kat kat birbiri üstüne döşenir. Bu maddelerin her ikisi de biçimlendirilmiş bir kalıba kolayca uygulanabilir. Donup katılaşmaları için basınca gerek yoktur; yalnız ısı ile katalizör denen madde yeterlidir. Katalizör işlemi kolaylaştırmaya yarar.

KAYNAK

Karmaşık biçimli pek çok eşya kalıba dökme yöntemiyle, bir işlemde yapılabilir. Ancak, öyle eşyalar vardır ki, kalıptan çıkmış birçok parçanın birbirine eklenmesini gerektirir. Bu ise "kaynak" yöntemiyle sağlanır. Kimi vakit parçalar daha yalın bir yöntemle de birbirine eklenebilir, yani tutkalla yapıştırılabilir.

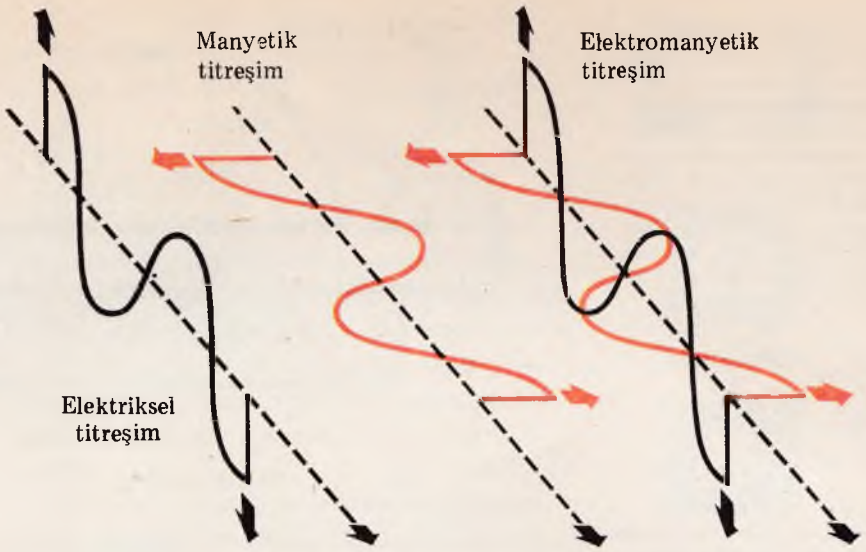
Basit kaynakta iki plastiğin uçları eriyinceye kadar ısıtılır, sonra parçalar bitiştirilir. Erimiş plastikler yapışıp birbirine kaynaşır. Plastikler soğuyunca sağlam bir ek yeri oluşur. Genellikle ek yerinin üzerine ayrıca erimiş plastik eklenir. Bu iş tıpkı madenlerin kaynak yapılmasına benzer

# Elekronik Tayf

Dünya Güneş'ten aldığı enerji sayesinde canlı, sıcak bir yerdir. Güneş'in çekirdeği korkunç sıcaktır (Bk: Sayfa 181). Bu çekirdeğin içinde hidrojen helyuma dönüşür. İşte Güneş enerjisini bu dönüşmeden alır. Güneş enerjisini birçok biçimlerde dışarıya verir. Ancak bunun en belirgin örneği görebildiğimiz ama duyamadığımız ışıkla, duyabildiğimiz ama göremediğimiz ısıdır. Akkor haline gelmiş bütün cisimler, Güneş gibi ama, Güneş'ten daha az ölçüde ısı ve ışık verirler.

Güneş'ten gelen ışık ve ısı uzayın boşluklarında dalgalar halinde yol alarak bize kadar ulaşır. Bu dalgaları havuza bir taş atınca suyun yüzünde meydana gelen dalgacıklara benzetebiliriz. Bildiğiniz gibi, su dalgacıkları taşın düştüğü merkezden dışa doğru giderek genişleyen halkalar halinde yayılır. Başka bir deyişle, dalgaların doruk ve çukur noktaları vardır ve yol almakta oldukları yöne doğru dik açı yaparak titreşirler. Bunlara "transvers" dalgalar denir. Transvers dalgalar ses dalgalarına benzemez. Çünkü ses dalgaları gittikleri yol boyunca titreşen, uzunluğuna dalgalardır.

Ses dalgalarının yol alabilmesi için, örneğin hava gibi bir ortam gereklidir. Çünkü dalga ortamın moleküllerindeki titreşim sayesinde yol alabilir. Bundan ötürüdür ki ses dalgaları uzayda yol almaz. Isı ve ışık dalgaları ise uzayda da yol alabilir. Çünkü elektriksel ve manyetik titreşimlerden meydana gelmişlerdir. Bu tür titreşimlerin ise içinde yol alacakları bir ortama gereksinmeleri yoktur. (Bir mıknatısın çevresinde hava olsun, olmasın, her zaman bir manyetik alan vardır). Öyleyse, ısı ile ışık ilksel yapıları bakımından elektromanyetiktir ve "elektromanyetik ışıma" dediğimiz ışımanın türleridir.




Işık, ısı, Röntgen-ışınları ve radyo dalgaları aynı şeyin değişik biçimleridir. Hepsi elektromanyetik dalgalardır. Resimde bu dalgaların yapısı görülüyor. Elektrik ve manyetik titreşimler birbiriyle dik açı yapacak biçimdedir.

Güneş'in, enerjisini ışık ve ısıdan başka yollarla da yaydığı akla gelebilir. Gerçekten de ışımanın daha başka birçok türleri vardır. Güneş'ten yayılan ışımayı bir buzdağına benzetirsek, diyebiliriz ki ısıyla ışık buzdağının ancak su yüzünde kalan tepesini oluşturur. Su yüzeyinin altında kalan kesimde de birçok ışıma vardır; bunları duyu organlarımızla bulup çıkaramayız.

GÖRÜLEBİLEN TAYF

Elektromanyetik ışımanın yapısını anlamak için, beyaz ışığı bir cam prizmadan geçirelim. Beyaz ışık prizmadan geçince kırılır ve "gökkuşağı" renklerine ayrışır. Kırmızıdan başlayarak sarıya, yeşile, maviye, mora doğru giden bu ayrışmış renklere "tayf" denir. Öyleyse beyaz ışık birçok renklerin birleşmesiyle oluşmuştur. Bu renkleri yeniden başka bir prizmadan geçirecek olursak, artık ayrışmadıklarını görürüz. Bu tür ışığa "monokromatik" (tek-renkli) ışık denir.

Işığın bu "dağılışını" dalga kuramına uygun terimlerle nasıl anlatabiliriz? Elektromanyetik ışıma bir dalga hareketi ise, bu ışımayı "dalga uzunluğu" ve "frekans" (bir saniyede, ya da belli

Beyaz ışık, ya da gün ışığı birçok rengin birleşmesiyle meydana gelmiştir. Beyaz ışık bir prizmadan geçirilince içindeki renklere ayrışarak tayfı oluşturur. Atmosferdeki yağmur damlacıkları kimi vakit prizma işi görerek ışığı ayrıştırır (solda) Güneş gökyüzünde alçaktayken, yağmur damlaları renkleri yansıtarak bir gökkuşağı oluşmasına yol açarlar. Çavlanlarda da buna benzer bir olay olur (sağda).

bir sürede, belli bir noktadan geçen dalga sayısı) gibi terimlerle tanımlayabiliriz. Dalga uzunluğuyla frekans çarpılınca dalga hareketinin hızı elde edilir. Işık ile bütün elektromanyetik ışımalar uzayda ya da boşlukta aynı hızla yol alırlar. Bu hız saniyede 300.000 Km.yi bulur.

Dalganın özelliklerinin dalga uzunluğu, frekans ve hız olduğunu gördük. Belli bir ortamda dalganın hızı değişmez, hep aynı kalır. Ancak, dalga uzunluğu ile frekansı değişmekten alakoyacak bir neden yoktur. Dalga uzunluğu ile frekansın çarpımı sabit (hız) kalmak üzere, bu iki değer, biri büyürken öbürü küçülecek biçimde değişebilir. Örneğin, dalga uzunluğu küçükse frekans bununla orantılı olarak büyük, dalga uzunluğu büyükse frekans küçük olabilir.

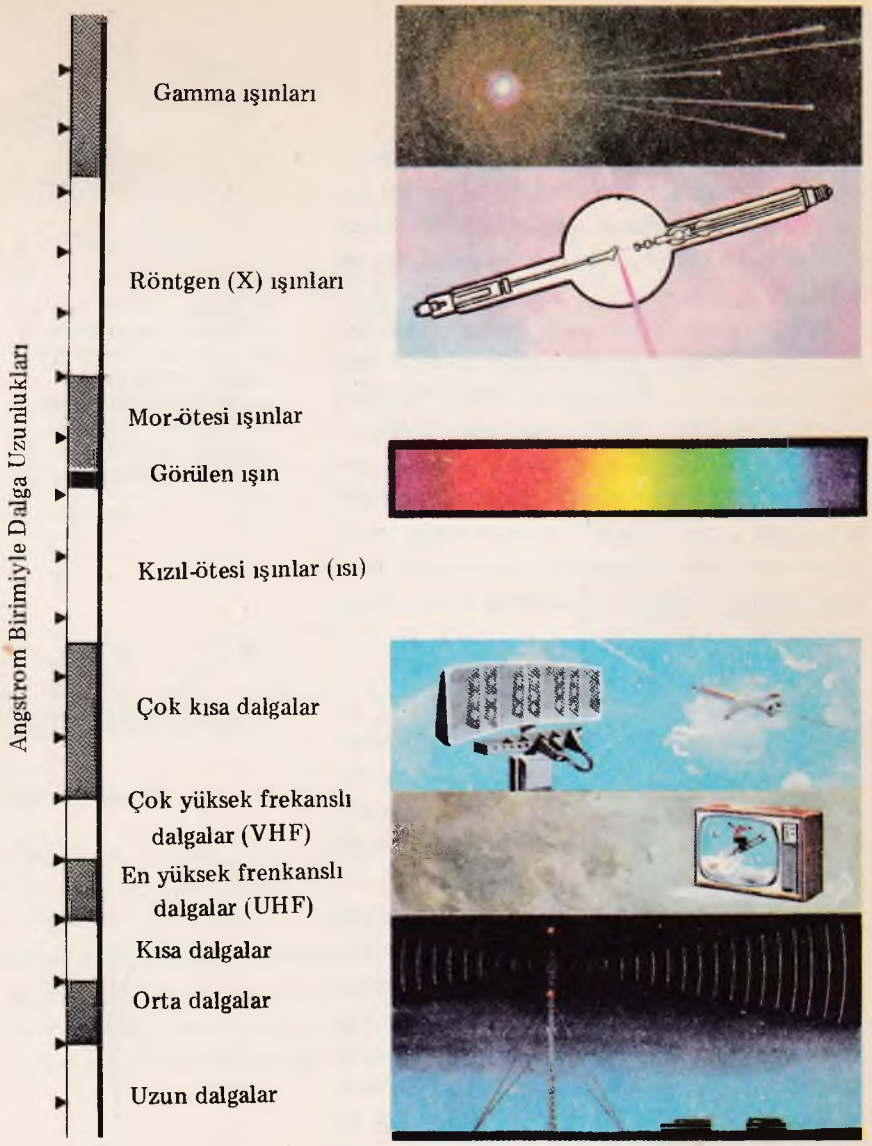
Işık daha yoğun bir ortamdan (örneğin camdan) geçerken hafifçe yavaşlar ve bu yüzden kırılır. En çok titreşen, yani dalga uzunluğu en kısa olan ışık dalgaları camdan geçerken en az titreşen, yani dalga uzunluğu en uzun olan ışık dalgalarından daha çok etkilenir; yani daha çok kırılır. Kısacası prizma, dalga uzunluğu değişik ışıkları birbirinden ayırır. Dolayısıyla prizmadan geçen beyaz ışık renklerine ayrışarak dağılır. Tayfa bakınca, kırmızı ışığın en az saptığını görürüz; yani kırmızı ışığın dalga uzunluğu bütün öbür renklerinkinden daha büyüktür. Mor ışık ise en çok sapar; yani dalga uzunluğu en kısa olan ışık mor ışıktır.

GÖRÜNMEZ TAYF

Sözünü ettiğimiz ışığın renklere ayrışması olayı, elektromanyetik tayfın yalnız görünen kesimini meydana getirir. Tayfın kırmızı ucunun ötesinde de birçok görünmez ışıma vardır. Bunların dalga uzunluğu kırmızı ışığınkinden daha uzundur. Öte yandan, tayfın mor ucunun ötesinde de dalga uzunluğu mor ışığınkinden kısa ışımalar vardır.

İsterseniz önce dalga uzunluğu kısa olanlardan işe başlayalım. Morun hemen ötesindeki kısa dalga uzunluklu ışımaya "ultraviyole", ya da "mor-ötesi" ışıma denir. Mor-ötesi ışınlar görünmez ışımanın, belirli yollarla bulup saptayabildiğimiz bir çeşididir. Örneğin, belli maddelerin üzerine mor-ötesi ışınlar düşünce, madde ışık saçarak parıldar. Mor-ötesi ışınların fotoğraf filimleri üzerinde de güçlü bir etkisi vardır. Güneşlendiğimiz vakit tenimizi kararan da güneş ışığının içindeki mor-ötesi ışınlardır.

"Röntgen" ya da "X-ışınları" mor-ötesi ışınlardan da daha kısadır. Doktorlar vücuttaki organların ve kemiklerin röntgenini çekmekte bu ışınlardan yararlanırlar. Röntgen ışınları son derece içe işleyicidir; insan dokusunu kolayca delip geçer. Ancak kemikler daha yoğun olduğu için, eti delip geçtikleri gibi kemikten geçemezler.




Elektromanyetik tayftaki dalga uzunluğu en kısa dalgalar gamma ışınları, en uzun dalgalar radyo dalgalarıdır. Resimde tayftaki çeşitli ışımaların dağılışı görülüyor. Dalga uzunluklarının birimi Angstrom'dur ($A^0$) Bir Angstrom, santimetrenin yüz milyonda birine eşittir ($10^{-8}$ cm.).

Bundan dolayı röntgen filimlerinde kemikler kolayca görülebilir. Röntgen ışınları çok miktarda verilirse tehlikeli olabilir. Röntgen ışınlarından sonra gelen ve dalga uzunluğu daha da kısa olan gamma-ışınları ise çok daha tehlikelidir.

Gelelim, görünen tayfın kırmızı ucunun ötesindeki ışımaya: Kırmızının hemen ötesindeki ışıma göremediğimiz ama duyabildiğimiz ısıdır. Buna "kızıl-ötesi" ışıma denir. Bugün ısıyla tedavide kızıl-ötesi ışınlardan birçok şekilde yararlanılmaktadır.

Kızıl-ötesi ışınların ötesinde daha uzun dalgalar olan "radyo dalgaları" vardır. Bunlar haberleşme araçlarında kullanılır. İlk sırada "çok kısa dalgalar" gelir. Bunlar havada uçakların, denizde gemilerin yerinin bulunmasını sağlayan radar donatımlarında kullanılır (Bk. Sayfa 234). Sonra "en yüksek frekanslı" (UHF) ve "Çok yüksek frekanslı" (VHF) radyo dalgaları gelir. Bunlar televizyon ve yüksek kaliteli radyo verici istasyonlarında kullanılır. Bununla birlikte, radyo programlarımızın çoğu daha uzun dalgalarla iletilir. Bunlara "kısa", "orta", "uzun dalga" denir.

# Işığın Özellikleri

YANSIMA

Işık doğru çizgiler halinde yol alır. Işığın bu özelliğini günlük deneylerimizle de biliriz: Bir meşaleden yayılan ışınların uçları düzdür; cisimlerin ardında kalan yerleri göremeyiz; aydınlatılmış bir cisim gölgeler oluşturur.

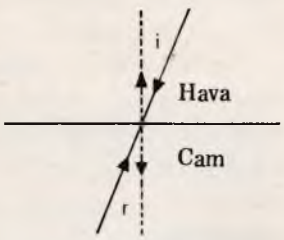
Işığı iyi yansıtan yüzeylere "ayna" denir. Çoğu aynalar camdan yapılır. Camın arkasına ışığı iyi yansıtması için gümüş sürülür. Bir aynaya nasıl açıyla olursa olsun, bir ışın düşürelim. Işının aynaya hangi açıyla düştüyse, tam aynı açıyla geri yansıdığını görürüz. Başka bir deyişle, "geliş açısı yansıma açısına eşittir". Aynalar yalnız evlerimizde değil, birçok alanlarda işimize yarar. Bunların başında teleskop, periskop da içinde olmak üzere, optik aletler gelir.

KIRILMA

Pencere camı gibi ışığı geçiren maddelere "saydam madde" denir. Taş gibi ışığı geçirmeyen maddeler de vardır. Işığın birazını geçiren maddeler ise "yarı saydam"dır; kâğıt üzerindeki bir yağ damlası gibi.

Işık bir madde içinde doğru bir çizgi halinde yol alır. Ancak başka bir maddeye girerken "sapar", yani kırılır. Örneğin, havada yol alan bir ışın cama girerken, ya da camdan çıkan bir ışın havaya girerken kırılır. Işığın iki ortam arasındaki yüzeyden geçerken sapmasına "kırılma" denir. Kırılmanın nedeni, ışığın değişik ortamlarda biraz değişik bir hızla yol almasıdır. Işığın bir ortam içindeki kırılma derecesi (kırılma indisi) yansıma ve karılma açıları arasındaki orana göre değişir. ( ). Bunu şu formülle gösterebiliriz:

$$\mu = \frac{\sin i}{\sin r}$$

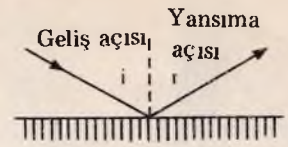



Bu formülde "i" ışığın geliş açısı, "r" ise kırılma açısı anlamına gelir.

Yoğun bir ortamdan daha az yoğun bir ortama geçen ışık her zaman kırılmayabilir. Işığın geliş açısı belli bir "kritik açı"dan büyükse, ışık toptan yansır. Işığın bu özelliği bazı optik aletlerde işe yarar. Bütün ışığı yansıtan prizmalardan yapılan prizmatik pusula ile prizmatik dürbün bu ilkeden yararlanarak yapılmıştır.

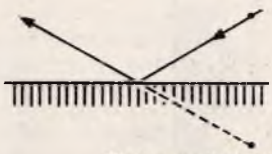
Kırılmanın bir çeşidini günlük hayatımızda, su ile hava arasında sık sık görürüz. Bir yüzme havuzu ya da suyla dolu herhangi bir kap, gerçekte olduğundan çok daha sığ görünür. Yarısı suyun içinde, yarısı dışarıda duran bir sopa kırılmış gibi görünür. Bu olayların ikisi de ışığın su ile hava arasında kırılması sonucunda meydana gelir. Kırılma yalnız suda değil, havada da olur. Havadaki kırılmaya en iyi örnek, çöllerdeki "serap" (ılgım) olayıdır. Bu olayda uzaktaki bir nesneden, örneğin bir piramitten gelen ışınlar giderek kırılır, sonra değişik sıcaklıktaki hava tabakaları (yani değişik yoğunlukta ortamlar) tarafından toptan yansıtılır. Seyreden, donuk bir su gölünün içinde bir piramit belirdiğini görür.

Kırılma ilkelerinden cam mercek ve prizma yapımında yararlanılır. Bütün optik aletler —kamera, dürbün, teleskop, mikroskop, vb. gibi— de bunlardan yapılır.




Düzlem ayna

Bir düzlem ayna üzerine belli bir açıyla düşen ışık, aynadan aynı açıyla yansır (yukarıda). Düzlem aynada cismin yalancı bir görüntüsü meydana gelir (aşağıda). Aynadaki görüntüyü bir ekranda oluşturamayız.



Yalancı görüntü

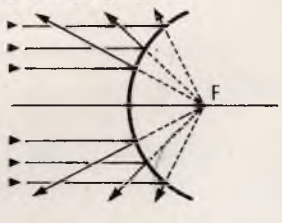
AYNALAR

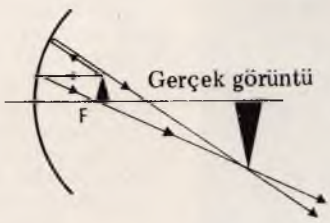
En yalın ayna, "düzlem" aynadır. Yani bir yanı gümüşlenmiş düz bir camdır. Evlerde kullandığımız sıradan aynalar bunlardandır. Aynanın önünde durduğumuz vakit, görüntümüz aynanın arkasında duruyor gibi görünür. Gözlerimizde yansıyan ışınlar sanki aynadaki görüntüden gelir. Bununla birlikte, gerçekte görüntü yoktur.

En çok kullanılan aynalar düzlem aynalarsa da, daha başka ayna türleri de vardır. Bunların başında "küresel" aynalar gelir. Küresel aynalar "içbükey" ve "dışbükey" olmak üzere iki çeşittir. Camdan bir kürenin üzerinden çember biçiminde bir kapak kaldırdığımızı düşünelim. Bu kapağın dış yüzü sırlanırsa bir içbükey, iç yüzü sırlanırsa bir dışbükey ayna elde ederiz. Kapağın alındığı cam kürenin merkezinden gelip kürenin yüzeyinden geçen doğru "aynanın ekseni"dir.

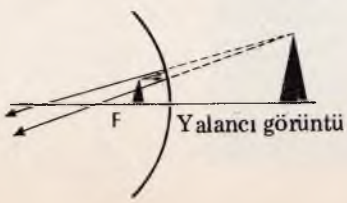
İçbükey ayna

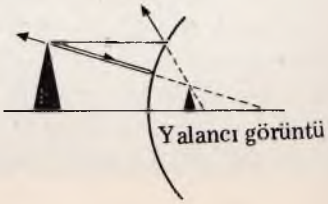
Dışbükey ayna




İçbükey ve dışbükey aynalarda ışınların yansıyışı. Aynanın eksenine paralel ışınlar içbükey aynada odak noktasında toplanır, dışbükey aynada ise odak noktasından dağılır gibi görünür. Aynanın kesildiği kürenin merkezinden geçen ışınlar ise geldikleri yoldan gerisin geriye yansır.



Kürenin merkezi ile ayna arasındaki uzaklığın tam yarısındaki noktaya ise "aynanın odak noktası" denir.

İçbükey aynalarda odak noktasının arkasına konan bir cismin gerçek ama, ters bir görüntüsü meydana gelir. Odak noktası ile ayna arasına konan cisimlerin ise gerçekten büyük ama, yalancı bir görüntüsü meydana gelir. İçbükey aynalar genellikle bir parabol biçimindedir. Bunlar ışıldaklarda ve motorlu taşıtların farlarında kullanılır. Astronomide kullanılan çok güçlü aynalı teleskoplarda da içbükey aynalardan yararlanılır ve bunların yardımıyla yıldızlardan gelen zayıf ışınlar toplanır.

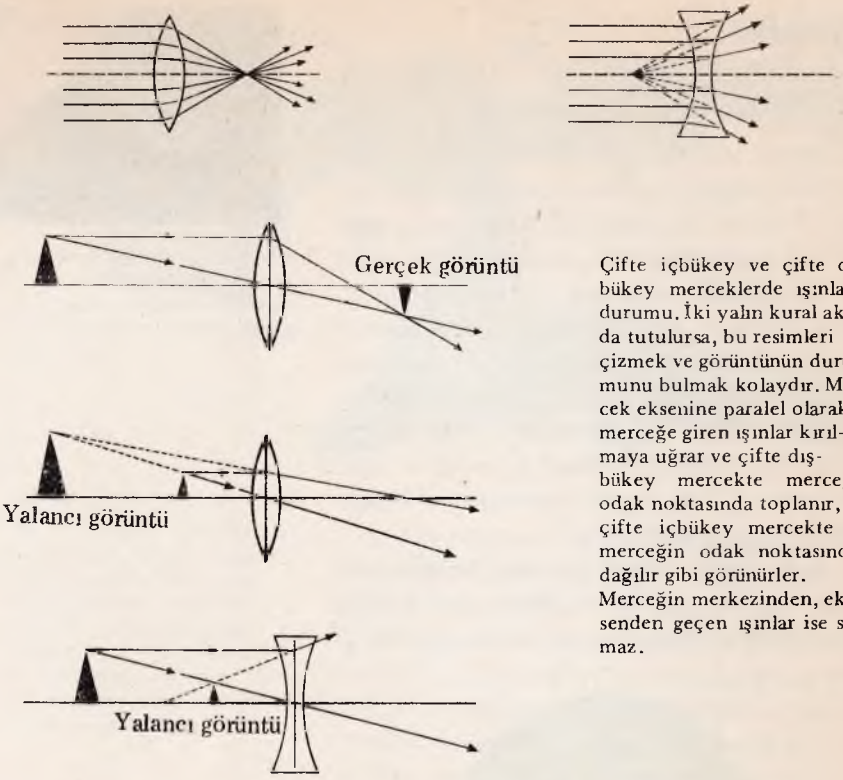
Dışbükey aynalarda meydana gelen görüntüler her zaman dik, gerçekten küçük ve yalancıdır. Bu aynaların görüş alanı düzlem aynalarınkinden daha geniştir. Bu özelliklerinden dolayı, motorlu taşıtlarda yanı ve **arkayı** görmeye yarayan aynalar dışbükeydir.

MERCEKLER

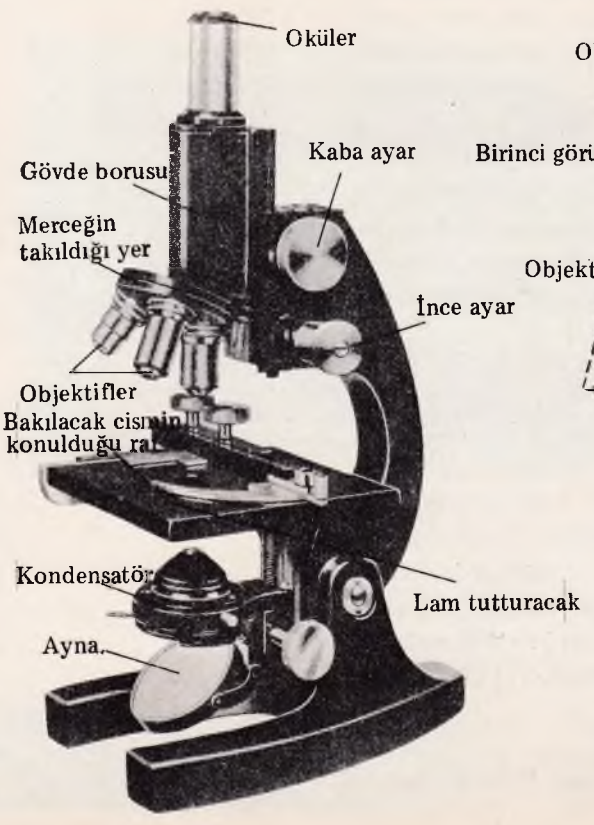
İçbükey ve dışbükey aynalar olduğu gibi, içbükey ve dışbükey mercekler de vardır. Mercekler içbükey, dışbükey ya da düzlem yüzeylerden, ya da bunların karışımından yapılabilir. En çok kullanılan mercekler çifte dışbükey ve çifte içbükey merceklerdir. Bir merceğin içbükey mi, dışbükey mi olduğunu anlamak için, mercek eksenine paralel bir ışın demeti düşürülür. Mercek dışbükeyse, ışın demetini birbirine yaklaştırır ve bir noktada (odak noktasında) toplar. Mercek içbükeyse, paralel ışınları odak noktasından başlayarak dağıtır ve birbirinden uzaklaştırır. Bundan ötürü dışbükey merceklere "yakınsak", içbükey merceklere de "ıraksak" mercek denir.

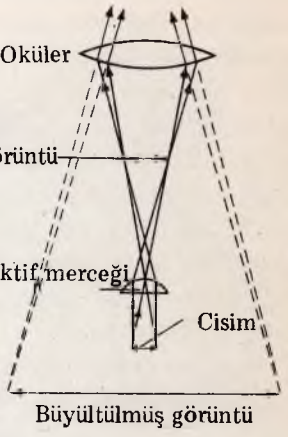
Cisim odak noktasının arkasındaysa, dışbükey mercek cismin gerçek ama, ters bir görüntüsünü meydana getirir. Cisim odak noktası ile odak uzaklığının iki katı uzaklıkta bir nokta arasına konursa, elde edilen görüntü gerçekten büyük olur. Cisim odak noktası ile mercek arasına konursa da cismin gerçekten büyük, düz ve yalancı bir görüntüsü elde edilir. Bir dışbükey merceği büyüteç olarak kullandığımız zaman gördüğümüz görüntü gerçekten büyük olur. Cisim odak noktası ile mercek arasına konursa da cismin gerçekten büyük, düz ve yalancı bir görüntüsü elde edilir. Bir dışbükey merceği büyüteç olarak kullandığımız zaman gördüğümüz görüntü böyledir. İçbükey mercekte ise her zaman cismin düz, yalancı bir görüntüsü meydana gelir.

İki mercekten daha çok, dışbükey mercek kullanılır. Mikroskoplarda, teleskoplarda ise dışbükey merceklerin değişik karışımlarından yararlanılır. Her iki aygıtta da dışbükey mercek objektif olarak kullanılır ve bakılan cismin gerçek, ters bir görüntüsünü meydana getirir. Bu gerçek ama ters görüntüye başka bir dışbükey mercekle bakılır ki, buna "oküler" denir. Oküler basit bir büyüteç işi görür. Dolayısıyla, elde edilen görüntü gerçekten büyük, yalancı ve hâlâ terstir. Astronomide kullanılan teleskoplarda bunun bir sakıncası yoktur. Ama yerde kullanılan teleskoplarda ters görüntüyü doğru görüntüye çevirecek bir başka merceğin yardımı gereklidir.




Çifte içbükey ve çifte dışbükey merceklerde ışınların durumu. İki yalın kural akılda tutulursa, bu resimleri çizmek ve görüntünün durumunu bulmak kolaydır. Mercek eksenine paralel olarak merceğe giren ışınlar kırılmaya uğrar ve çifte dışbükey mercekte merceğin odak noktasında toplanır, çifte içbükey mercekte ise merceğin odak noktasından dağılır gibi görünürler. Merceğin merkezinden, eksenden geçen ışınlar ise sapmaz.




Uygun biçimde birarada kullanılan merceklerden son derece büyütülmüş görüntüler elde edilebilir. Merceklerin bu özelliğinden teleskop, mikroskop gibi aygıtlarda geniş ölçüde yararlanılır. Soldaki resimde sıradan bir mikroskop görülüyor. Yukarıdaki resimde ise objektif merceğinin oluşturduğu görüntüyü okülerin nasıl büyüttüğünü görüyorsunuz.

# Renkler

Bize mavi görünen bir yüzey mavidir; çünkü tayftaki maviden başka bütün renkleri yutar, yalnız maviyi yansıtır.

IŞIKTA RENKLER

Beyaz ışık cam bir prizmadan geçirilince, kendisini meydana getiren renklere ayrışarak bir tayf oluşturur (Bk: Sayfa 42). Madem beyaz ışığı renkiere ayrıştırabiliyoruz, öyleyse değişik renkleri karıştırarak beyaz ışık da elde edebiliriz. Gözle bakılınca, tayftaki hâkim renkler "mavi", "yeşil", "kırmızı"dır. Bu renkleri eşit oranlarda birbirine karıştırırsak, beyaz ışık elde ederiz. Bunun gibi, mavi, yeşil ve kırmızıyı belirli oranlarda karıştırarak tayftaki herhangi bir rengi de elde edebiliriz. Bu üç renge önemlerinden dolayı "ilksel" (ana) renkler denir.

Eşit oranda yeşil ile kırmızıyı birbirine karıştırırsak, sarı elde ederiz. Sonra sarıya yeterli oranda mavi karıstırırsak, gene beyaz ışık meydana gelir. Bundan dolayı sarıya mavinin "tümleyici" rengi denir. Tümleyici renkler çift çifttir ve birbirleriyle karıştırılınca beyaz ışık meydana getirirler. Öbür ana renklerin de kendi tümleyici renkleri vardır. Yeşilin tümleyici rengi öbür iki ana renk olan mavi ile kırmızının bir karışımıdır ki, buna "galibarda" denir. Kırmızının tümleyici rengi ise mavi ile yeşilin bir karışımıdır; buna da "cyan" adı verilir. Elbet daha birçok tümleyici renk vardır. Ancak bunların en önemlileri ana renklerin tümleyicileridir.

Bu iki resimde ışıktaki renklerle boyadaki renkler arasındaki farkı görüyorsunuz. Işıktaki üç ana rengi birbirine karıştırırsak, beyaz renk elde ederiz (solda). Boyadaki üç ana rengi karıştırırsak siyah elde ederiz (sağda). (Renkli baskı kısıtlı olduğundan, buradaki renklerin tonu tam değildir).

Buraya kadar renklerin ekleme yoluyla karıştırılmasını gördük. Renkler yalnız "katma" yoluyla değil, "çıkarma" yoluyla da elde edilebilir. Beyaz ışığı yeşil bir filtreden (süzgeçten) geçirecek olursak, filtrenin öbür yanından yalnız yeşil ışık çıktığını görürüz. Çünkü yeşil filtre camı, beyaz ışığın içindeki bütün öbür renkleri yutar ya da çıkarır ve yalnız yeşil ışığı öbür yana geçirir. Çıkarma yoluyla renk elde edilmesinden renkli fotoğrafçılıkta yararlanılır (Bk: Sayfa 51).

BOYADA RENKLER

Değişik renkte boyaların birbirine karıştırılması, değişik renkte ışıkların birbirine karıştırılmasıyla aynı şey değildir. Örneğin, sarı boya ile mavi boyayı karıştırırsak, yeşil elde ederiz. Oysa, sarı ışıkla mavi ışık karıştırılınca, beyaz ışık elde edilir. Bu değişikliğin nedeni rengin elde ediliş yoludur. Işıkta renkler katma yoluyla, boyada ise çıkarma yoluyla elde edilir.

Bildiğimiz beyaz ışık, saydam olmayan bir cismin —örneğin bir boyanın— üzerine düşünce, cisim beyaz ışığı meydana getiren renklerin kimisini yutar. Geri kalan renkler yansıyarak birleşir ve cismin gördüğümüz rengini oluşturur. Örneğin arı mavi bir boya maviden başka bütün renkleri emer; yalnız maviyi yansıtır.

Bütün boyalar arı renklerden oluşsaydı, bunları birbirine karıştırınca yalnız siyah elde ederdik. Arı sarı bir boya sarıdan başka bütün renkleri, arı mavi bir boya da maviden başka bütün renkleri emerdi. Dolayısıyla bu iki rengi birbirine karıştırınca, bütün renkleri emen bir karışım elde edilirdi. Şu var ki, gerçekte boyaların hiçbiri arı renklerden yapılmamıştır. Bu yüzden örneğin sarı boya, sarının yanısıra biraz da kırmızı ile yeşil rengi yansıtır. Bunun gibi, mavi de maviden başka biraz yeşil rengi yansıtır. Bundan ötürü bu iki rengi birbirine karıştırınca, yeşil rengi yansıtan bir karışım elde ederiz. Çünkü yeşil her iki rengin de bileşiminde bulunan ortak renktir.

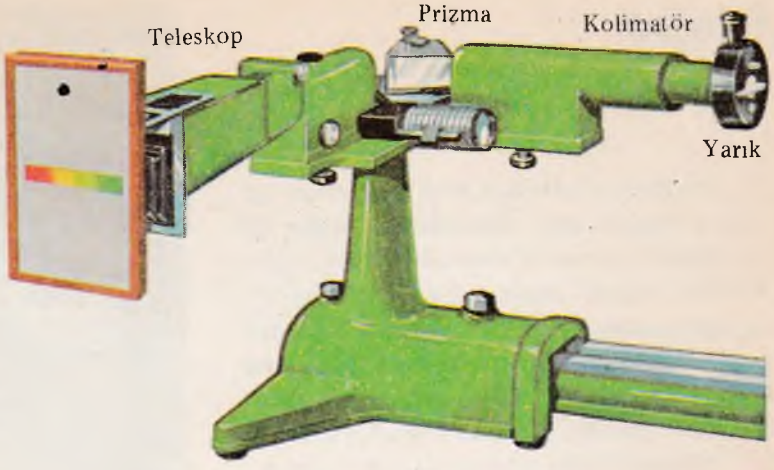
TAYFIN ANALİZİ

Yıldızların bileşiminde Dünya'da var olan kimyasal elemanların çoğu vardır. Bunların başında hidrojen, helyum, kalsiyum, sodyum ve demir gelir. Peki ama, Dünya'mızdan bukadar

uzakta olan yıldızların bileşimini nereden biliyoruz? Yıldızlardan Dünya'ya ulaşan tek şey olan ışıklarını inceleyerek biliyoruz. Güneş'in beyaz ışığı nasıl renkli bir tayfa ayrıştırılabiliyorsa, yıldızların ışığı da ayrıştırılabilir. Bir yıldızın tayfını dikkatle incelersek, yalnız yıldızın bileşiminde hangi elemanların bulunduğunu anlamakla kalmayız, yıldızın sıcaklığını, yoğunluğunu, hareket hızını da hesaplayabiliriz!

Yıldız tayflarını görmek için basit bir prizma yeterli değildir. Çeşitli tayfları incelemek için "spektroskop" denen aygıt kullanılır. Bu aygıt üç bölümden meydana gelmiştir: "Kolimatör", "prizma" ve "teleskop". İncelenecek olan kaynaktan gelen ışınlar dar bir yarıktan, sonra da kolimatördeki bir mercekten geçer. Mercekten geçen ışık paralel ışınlar haline gelerek, prizmanın üzerine düşer. Prizma ışığı bileşimindeki renklere ayrıştırır. Biz bu renkleri teleskopa bakarak görürüz.

Sözünü ettiğimiz bu yalın spektroskop laboratuvar denemelerinde kullanılır. Yıldız tayflarını elde etmekte kullanılan spektroskoplar ise daha karmaşık ve daha duyarlıdır. Örneğin yeterince ışık toplayabilmesi için, bu spektroskoplar güçlü bir astronomik teleskopun okülerine bağlanmıştır. Böylece kolimatör yarığında bakılan cismin bir görüntüsü oluşturulur. Güçlü spektroskoplarda kimi vakit birden çok prizma da kullanılır.




Spektroskopun ana bölümleri. Işık aygıta dar bir yarıktan girer. Kolimatör merceği bu ince ışını paralel hale getirir. Sonra ışın prizmadan geçer ve renklerine ayrışır. Meydana gelen tayfı teleskopla, ya da bir ekran üzerinde görürüz.

## TAYF ÇEŞİTLERİ

Işıklı cisimlerin meydana getirdiği tayflara yayın tayfı denir. Katı bir madde akkor haline gelinceye dek ısıtılırsa, meydana gelen tayf "sürekli"dir. Yani tayf kırmızıdan mora kadar kesintisiz devam eder. Çok büyük basınç altında ışıldayan sıvılarla gazların tayfı da böyledir; Güneş'in çekirdeğinde olduğu gibi.

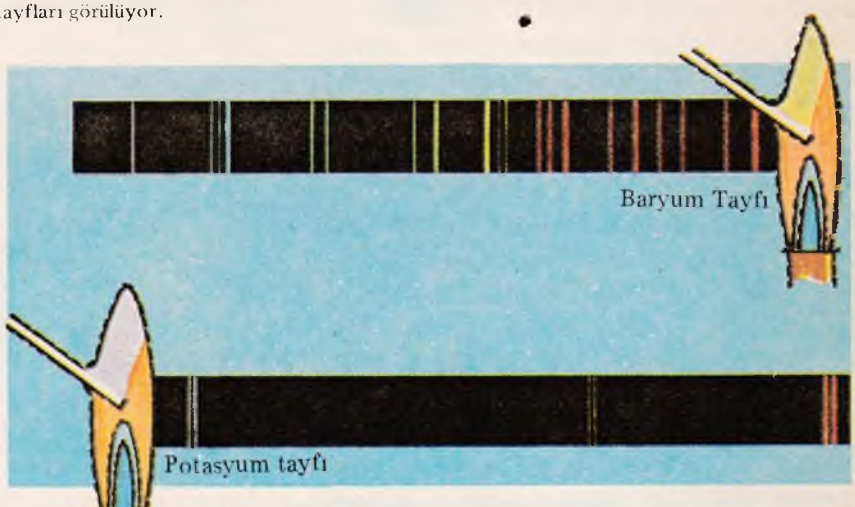
Katı haldeki bir eleman akkor haline gelinceye kadar ısıtılınca meydana gelen tayf ise sürekli değildir; tayfın belirli kesimlerinde parlak çizgiler göze çarpar. Gazlı elemanlardan elektrik akımı geçirilince de böyle "parlak çizgili" tayflar oluşur. Her elemanın kendine özgü bir tayfı vardır. Tayfına bakınca hangi elemana ait olduğunu anlayabiliriz.

Bir spektroskopla Güneş ışığını incelersek, Güneş tayfının sandığımız gibi sürekli olmadığını görürüz. Güneş tayfı koyu renkli birtakım çizgilerle taranmış gibidir. Bu koyu renkli çizgilerin bazı elemanların tayfındaki parlak renkli çizgilerle aynı yerlere isabet ettiğini görürüz.

Bunu şöyle açıklayabiliriz: Sürekli tayfı olan bir ışık daha soğuk bir gazın içinden geçerken, gaz, ışıklı olsaydı dışarı vereceği ışığı emer. Başka bir deyişle, kendine özgü parlak çizgiler meydana getireceğine, sürekli tayftan o çizgilerin bulunduğu yerdeki ışığı çıkarır. Böylece, parlak çizgilerin bulunduğu yerlerde koyu renkli çizgiler meydana gelir. Bu çizgilere "Fraunhofer" çizgileri denir. Çizgileri ilk bulan Joseph von Fraunhofer (1787-1826) adındaki Alman gözlükçüdür. Böyle koyu çizgili tayflara "emme tayf" denir.

Böylece, bir yıldız tayfında belirli bir elemana özgü çizgiler görürsek, yıldızın daha soğuk, gazlı dış atmosferinde bu elemanın var olduğunu söyleyebiliriz. "Yıldızlar" bölümünde açıkladığımız gibi, yıldız tayfları yıldızlar üzerinde daha pek çok ilgiçekici bilgi edinmemizi sağlar

Şiddetle ısıtılan madenler, parlak çizgilerden oluşmuş tayflar meydana getirirler. Baryum ile potasyum, bir bunzen beki alevini kendilerine özgü renklere boyar. Aşağıda bu iki elemanın tayfları görülüyor.




Güneş tayfını yakından incelersek, birçok koyu çizgiyle kesilmiş sürekli bir tayf olduğunu görürüz. Bu çizgilere Fraunhofer çizgileri denir. Belirli dalgaboyundaki ışığın Güneş'in dış atmosferindeki gazlarca emilmesi sonucunda oluşurlar.

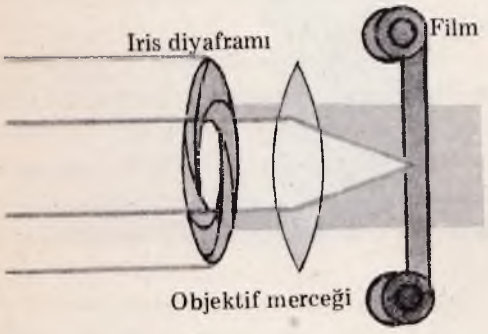
# Fotoğraf

Fotoğrafçılık dünyada zevk için yapılan uğraşların başında gelir. İçimizde hiç değilse bir kez fotoğraf çekmemiş hemen kimse yok gibidir. Fotoğraf çekmek bugün kolay bir iştir. Fotoğraf makinenizin arkasına bir rulo filim takarsınız, makineyi neyin fotoğrafını çekmek istiyorsanız oraya yöneltirsiniz ve düğmeye basarsınız. Sonra filmi sarar (çevirir), yeniden fotoğraf çekersiniz.

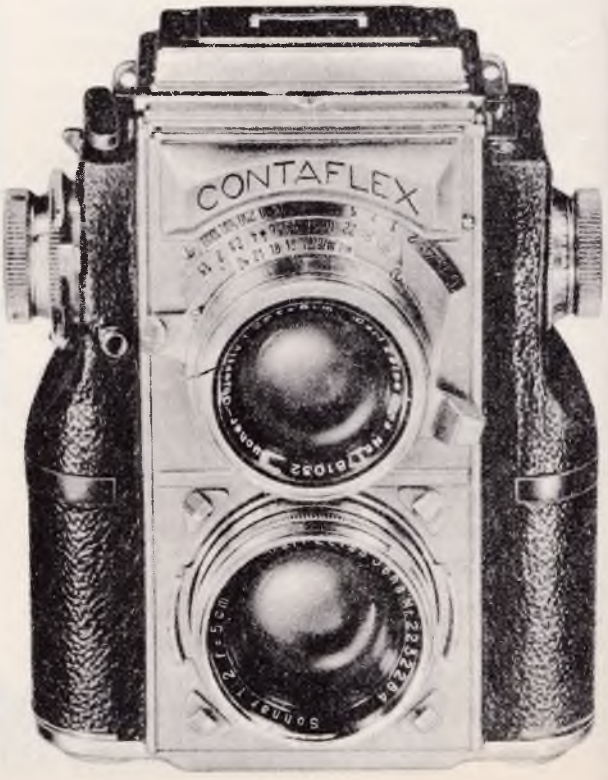
Fotoğraf ilkeleri oldukça yalındır. "Kamera" ışık geçirmez bir kutudur. Bir ucunda ışığı içeri bırakmak için bir delik vardır. Bu deliğin içine cam bir mercek (genellikle birbirine yapıştırılmış birkaç mercek) yerleştirilmiştir. Fotoğrafı çekilecek nesneden ya da görünümden yayılan ışınları bu mercek bir "filmin" ışığa duyarlı yüzeyinde toplar. Merceğin ardındaki bir obtüratör fotoğraf çekilmediği zaman ışığın karanlık kutuya girmesini önler. Fotoğraf çekmek üzere düğmeye basılınca, obtüratörün mekanizması objektifin, yani merceğin üzerindeki perdeyi açar ve saniyenin çok küçük bir süresi için kutuya ışık dolar. Sonra perde gene kapanır.

Işığa duyarlı düzey, üzerine düşen ışığa göre değişime uğrayarak fotoğrafı çekilen nesnenin görünmez bir görüntüsü oluşur. Bu görünmez görüntü belirli kimyasal maddelerle işleme sokularak görünür hale getirilir. Buna "developman" ya da "filmin banyo edilmesi" denir (Karşı sayfaya bakın). Filim banyo edildikten sonra "basılır"; böylece fotoğrafı çekilmiş olan nesnenin istendiği kadar çok sayıda kopyası elde edilir. Fotoğraflar kullanılan filmin çeşidine göre siyah-beyaz, ya da renkli olabilir.

Fotoğrafın icat edildiği günlerde fotoğrafçılık hayli ağır ve bir sürü hazırlığı gerektiren bir işti. Yukarıdaki resimde öncü fotoğrafçılardan birini işbaşında görüyorsunuz.



Elektronik gözlü modern bir fotoğraf makinesi. Filim, makinenin arkasındaki bir filim kutusunun içine yerleştirilir. Poz süresi bir fotosel aracılığıyla otomatik olarak denetlenir. Makinenin üzerinde görülen küpte karanlık fotoğraf çekmeye yarayan flaşlar vardır.




Çift objektifli refleks fotoğraf makinelerine güzel bir örnek. Alttaki objektif kameranın objektifidir. Yukarıdaki mercekle ise fotoğrafı çekilecek nesneye bakılır. Poz süresi objektif kapağını (ortadaki cetvel) ve obtüratör hızını (üstteki cetvel) değiştirerek ayarlanır. En alttaki cetvel ise filim hızını göstermeye yarar.

FİLİM

Bugün çoğu fotoğraf makinelerinde rulo filim kullanılıyor. Sıradan bir siyah-beyaz filim uzun, saydam bir plastik —selüloz asetat— şeritir. Bu şeridin bir yanı "emülsiyon" adı verilen jelatinli bir tabakayla kaplanmıştır. Bu tabaka çok ince toz haline getirilmiş gümüş tuzlarının (bromür ve iyodür) jelatinle karıştırılmasıyla elde edilir. Gümüş tuzları ışığa duyarlıdır, üzerlerine ışık düşünce kimyasal değişime uğrarlar. Uğradıkları kimyasal değişimin oranı, üzerlerine düşen ışık miktarına bağlıdır. Bazı filimlerde plastik şeridin emülsiyonsuz yanı koruyucu bir kâğıt astarla örtülüdür. Renkli filimlerde birden çok sayıda emülsiyon vardır (Bk: Sayfa 51).

35 mm. makine, 55 mm. eninde filim kullanır. Aşağıda böyle 35 mm.lik bir filim karesi görülüyor. Bu karenin büyütülmesi gereklidir. Flaşla çekilmiş olan bu iki fotoğrafta negatif ve baskı farklarını görüyorsunuz.

AYARSIZ FOTOĞRAF MAKİNELERİ

(Kutu Makineler)

En basit fotoğraf makineleri ayarsız makinelerdir. Bunlarda pek az kontrol düğmesi bulunur. Başlıca düğmeler, obtüratörü açmaya yarayan bir düğme ile, fotoğraf çekildikten sonra yeni bir fotoğraf çekilebilmesi için filmi sarmaya yarayan bir koldur. Obtüratörün hareket ettiği hız, ya da başka bir deyişle fotoğrafın çekiliş süresi her zaman aynıdır (bu süre genellikle saniyenin 1/30'u ya da 1/50'sidir). Objektif kapağının ya da açıklığının ölçüleri de hep aynıdır. Bu, "poz"un —yani filme ulaşan ışık miktarının— isteğe bağlı olarak denetlenememesi demektir. Yani bu makinelerde ışık miktarı doğrudan doğruya çevredeki aydınlık koşullarına bağlıdır. Dolayısıyla, güneşli bir günde film daha çok, kapalı bir günde ise daha az ışık alır. Çekilen fotoğraf da buna göre ya çok parlak, ya da çok karanlık olabilir. Bu tür çekim elbette pek elverişli değildir. Çünkü hava, yani ışık durumu ne olursa olsun, çektiğimiz fotoğrafın güzel olmasını isteriz.

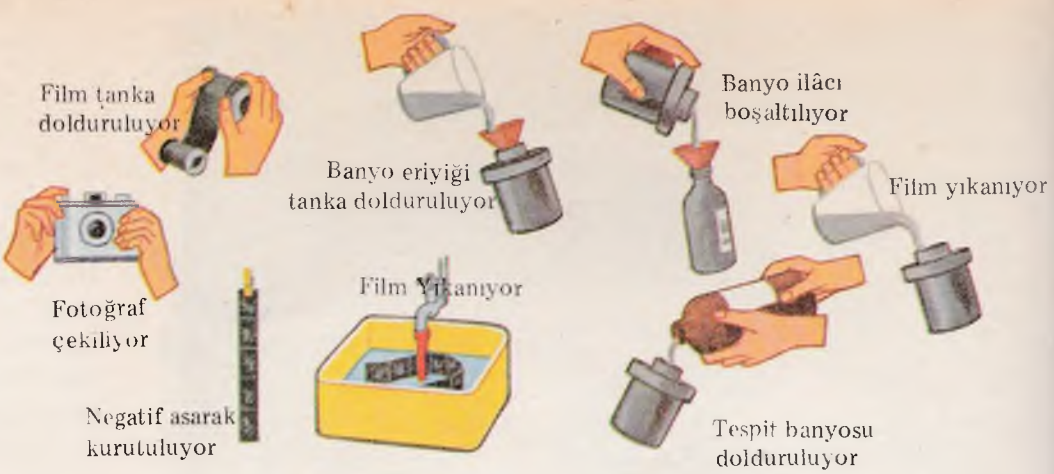
Ayarsız fotoğraf makinelerinin sakıncalarından biri de, objektif ile filim arasındaki uzaklığın değiştirilememesidir. Başka bir deyişle bunlarda kameranın odak noktası ayar edilemez. Bu yüzden, ayarsız bir fotoğraf makinesiyle çektiğimiz fotoğrafın bazı kesimleri bulanık çıkabilir. Fotoğrafını çektiğimiz nesne hareket ederse de, fotoğraf bulanık çıkar. Ayarsız fotoğraf makinelerinde, objektif kapağının hızı azdır; hareketi "dondurabilecek" kadar hızlı değildir.

AYARLI FOTOĞRAF MAKİNELERİ

Bugün kullanılan fotoğraf makinelerinin çoğu ayarlıdır. Bu makinelerde değişik obtüratör hızları, diyafram (objektif) açıklıkları, netlik ayarları vardır. Ayarlar makineden makineye farklılık gösterir. Çoğunda altı hız ayarı vardır; bu ayarlar saniyenin 1/15'i ile 1/500'i arası değişir. 1/25 yürüyen bir kimsenin hareketini "durdurur". 1/500 ise dökülen su damlacıklarını havada dondurabilir. Bundan başka "B" ya da "T" denen iki ayar daha vardır. Bunlarda obtüratör, düğmeye basıldığı sürece açık kalır.

Ayarlı makinelerde ayrıca 6 ya da 7 diyafram açıklığı da vardır. Bu açıklık bir "iris diyaframı" ile denetlenir. İris diyaframı birbiri üzerine binmiş maden yapraklardan meydana gelmiştir. Bu değişik açıklıklara "f-stopları" ya da "f-numaraları" denir. F-stopları genellikle şöyle sıralanır: 22, 16, 11, 8, 5-6, 4, 2-8. Burada en küçük açıklık f/22'dir.

Diyafram açıklığı aynı zamanda fotoğrafın netliğini de etkiler. Geniş açıklıkta fotoğrafını çektiğimiz cismin ancak yakınındaki cisimler net olur. Açıklık küçüldükçe netlik alanı genişler. Netleştirmek için mercek filimden uzağa, yakına doğru oynatılır. Mercek filme en yakınken, 10-15 metre uzaklıktan başlayarak cisimler netleşir. En uzak durumdayken ise, ancak bir metre




Filim banyo sırası. Burada bir banyo tankı kullanılmıştır. Kullanılan filimin çeşidine göre belirli bir ısı gerekir.

ötedeki cisimler nettir. Öte yandan, netleştirilen cisim ya da görünüm nekadar yakınsa, netlik derinliği de okadar az olur.

Bir cismin tam uzaklığını kestirmek zordur. Bunun için, bazı makinelerde "uzaklık-bulma" ayarları vardır. Kimi makinelerde önce vizörde cismin çift görüntüsü belirir; bir düğmeyi çevirince bu çift görüntü üst üste bindirilerek netlik sağlanır. Tek ve çift mercekli refleks makinelerde ise resmi çekilecek cismin buzlu cam üzerinde tam bir görüntüsü belirir. Böylece netlik sağlanır.

Birçok fotoğraf makinesinde "pozometre" ya da ışık ölçme düzeni vardır. Bunlar "elektrikli göz" sistemiyle çalışır ve en doğru ışığı göstererek iyi poz verilebilmesini sağlar. Çoğu fotoğrafçılar makineye bağlı olmayan pozometre kullanmayı yeğ tutarlar. Bina içi fotoğraflarında ışık az olduğundan, "flaş" kullanılır. Flaş çok güçlü bir yapay ışık yayar. Hemen bütün makinelerde bir flaş takma yeri vardır.

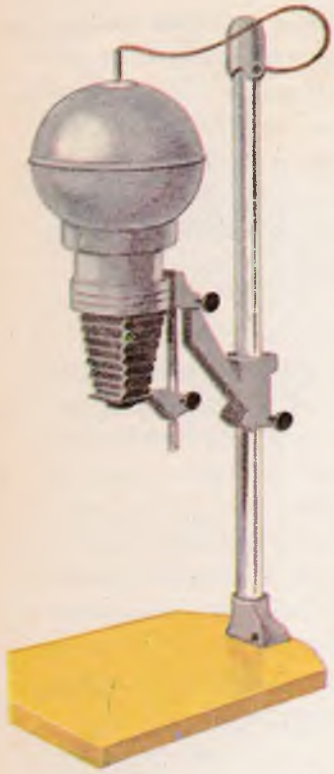


Tabla üzerine oturtulmuş dikey bir fotoğraf agrandisörü.

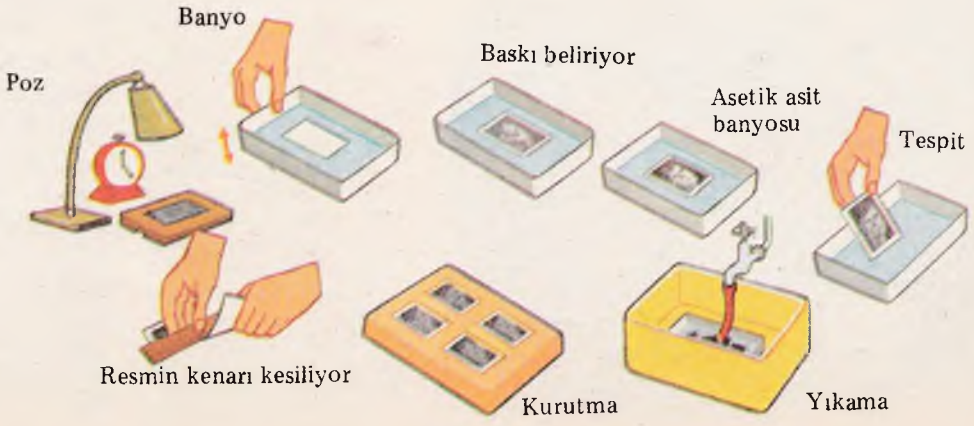
BANYO VE BASIM

Poz verilmiş bir filmin üzerindeki gümüş tuzları, çekilen resmin görünmeyen bir görüntüsünü taşır. "Banyo (developman)" sırasında ışık gören gümüş tuzları "banyo" denen kimyasal maddelerin etkisiyle gümüşe dönüşür. Sonuç olarak ışık gören kesimler kararır. Banyodan sonra filim bir banyoya gider. Bu banyo genellikle asitli sudur. Bundan sonraki evre "tespit banyosu"dur. Bu banyo sonunda, ışık görmeyen gümüş tuzları, ışıktan etkilenmez hale gelir. Sabitleştirici ilâç, yani "fiksatif" genellikle sodyum tiosülfattır. Son olarak filim iyice yıkanarak arta kalmış gümüş tuzlarından ve fiksatiften temizlenir. Böylece gümüş tuzlarının ışık almamış kesimleri saydam hale gelir.

Bütün bu işlemler sonunda elde edilen filmin ışık gören yerleri karanlık, görmeyen yerleri ise aydınlıktır. Bu ters filme "negatif" denir. Elbet ışık görmemiş gümüş tuzlarının ışıktan etkilenmemesi için, filmin son yıkanmasına kadar bütün işlemler karanlıkta yapılır.

"Basım" ise bu negatifi özel kâğıt üzerinde tersine çevirip basma işlemidir. En yalın basım yönteminde, negatif doğrudan doğruya kâğıtla temas ettirilir. Büyütülecek fotoğraflarda bir "agrandisör" ile fotoğraf kâğıt üzerine yansıtılır.

Baskı kâğıdı tıpkı filim gibi, ışığa duyarlı bir emülsiyonla kaplanmıştır. Işık negatiften geçerek kâğıda yansır. Negatifin saydam kesimleri ışığı geçirir, karanlık yerleri ise ışığı durdurur. Baskı kâğıdı bonyo edilince (tıpkı filim gibi) ışık gören yerler kararır, görmeyen yerlerse aydınlık kalır. Böylece negatifin tam tersi ve gerçek resmin aslı ortaya çıkar.



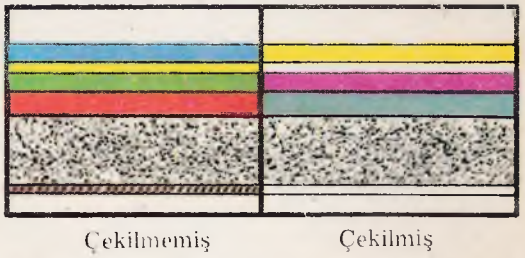

Baskı developman sırası: Negatif özel kasete konarak ışığa gösterilir. Sonra kâğıt banyo edilerek fotoğraf elde edilir.

## RENKLİ FOTOĞRAF

Günümüzde renkli fotoğraf çekmek, siyah-beyaz fotoğraf çekmek kadar kolaydır. İki ana tür renkli filim vardır: Birinde renkli negatifler, bunlardan da renkli fotoğraflar elde edilir. Öbüründe ise renkli "diyapozitifler" ya da "slaytlar" elde edilir. Bunlar ya projeksiyon makinesiyle, ya da doğrudan doğruya ışığa tutularak seyredilir. Her iki filim de bütün renklerin üç ana renkten (kırmızı, mavi, yeşil) oluştuğu ilkesine dayanarak yapılmıştır.

Renkli filim, siyah-beyazda olduğu gibi, bir tek gümüş tuzu emülsiyonundan meydana gelmemiştir; her biri ana renklerden bir tanesine duyarlı değişik gümüş tuzu tabakalarından oluşmuştur. İlk kat mavi ışığa duyarlıdır. İkinci kat, kalan mavi ışığı emmesi için, sarı renktedir. Daha sonraki kat yeşile, son kat ise kırmızıya duyarlıdır. Her renk ışığı biraz eksiltiğinden, bu işleme "çıkarma işlemi" denir.

Bu kedi resmi oldukça açık diyaframla çekildiğinden, netlik derinliği azdır. Kedi çok nettir ama, geri plandaki ev titrek çıkmıştır.




Çeşitli emülsiyon tabakalarını gösteren bir renkli filim kesidi. (İşlenmemiş filim elbet banyoya kadar renkli değildir).

## SİNEMA

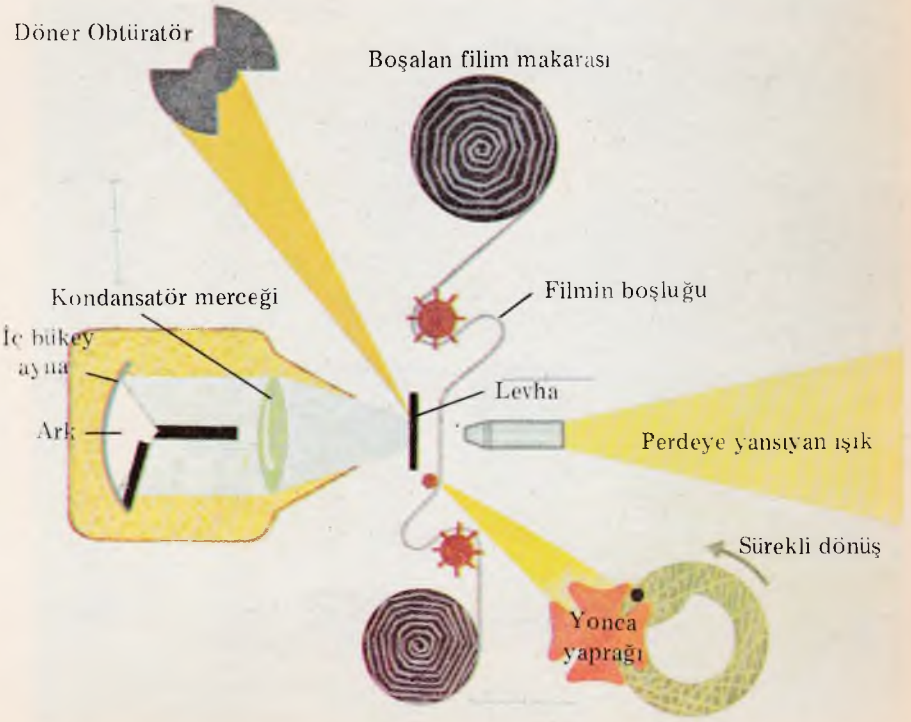
Şimdiye kadar incelediğimiz fotoğraflar hareketsizdi. İstersek, "sinema" dediğimiz hareketli fotoğrafları da çekebiliriz. Gerçekte hareketli resim bir yanıltmadır. Perdede gördüğümüz fotoğraf gerçekte hareketli değildir; birbiri ardısıra perdeye yansıtılan az farklı ayrı ayrı fotoğraflardır. Gözümüzün yapısı, hareketi sürekli gibi gösterir.

Bunu elde etmek için, saniyede bir, 24 ayrı fotoğraf perdeye yansıtılır. Fotoğraf kareleri daha yavaş yansıtılırsa, hareket titrer. Çünkü gözümüz fotoğrafları ayrı ayrı görmeye başlar. Saniyede 16 kareyle çekilen eski filimlerin titremesinin nedeni budur.

Sinema makinesi, bildiğimiz fotoğraf makinesi gibi çalışır. Filmin banyo edilişi de tıpkı fotoğrafta olduğu gibidir. Tek fark, motorlu bir sistemle bir tırnağın her kareyi fotoğraf çekilinceye kadar hareketsiz tutması, sonra ikinci bir kareyi mercek önüne getirmesidir. Yarım çember biçimi bir disk, bu geçiş sırasında titrek görünmemesi için fotoğrafı maskeler. Sesli filimlerde filmin kenarında özel bir ses şeridi vardır. Ses bu şeride kaydedilir.

Sinema makinesinde çok parlak ışık veren elektrikli bir ark lambası kullanılır. Bu lambadan yayılan ışık filimden geçerek perdeye yansır. Makine saniyede 24 kare gösterir. Tıpkı çekici makinede olduğu gibi, bu makinede de, filim geçerken ışığı maskeleyen bir düzen vardır. Aynı ânda bir fotosel ya da elektrikli göz, filmin kenarındaki özel şeritte "gördüğü" kaydedilmiş şekilleri sese dönüştürür

Sinema projeksiyon makinesinde obtüratör ile yonca yaprağı şeklindeki perde ayrı fotoğrafların titremeden gösterilmesini sağlar.



# Demiryolları ve Lokomotifler

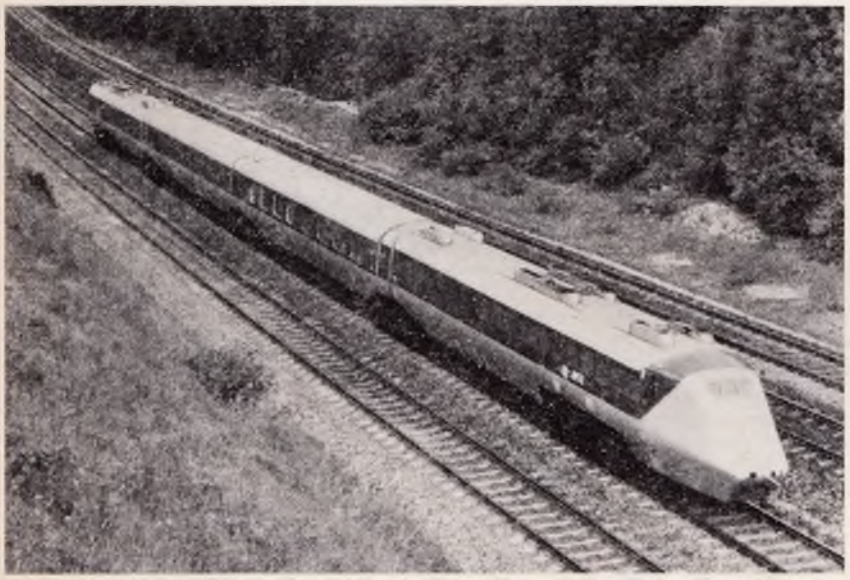
Çağımızda çeşit çeşit demiryolu ve bu demiryollarında işleyen çeşit çeşit tren vardır. Gerçekte bunların ortak yanı, tekerleklerinin raylar üzerinde yol almasıdır. Hattâ hava yastığı ilkesine göre işleyen kimi deneysel trenler için bunu bile söylemek olanaksızdır. Elbet gördüğümüz, bindiğimiz trenlerin büyük çoğunluğu raylar üzerinde yol alır. Bunları bir lokomotif çeker. Lokomotifi bir buhar (bugün buharlı lokomotifler hemen hemen kalkmış gibidir), dizel, elektrik ya da gaz türbini çalıştırır. Kimi trenlerde çekici motorlar ayrı bir lokomotifte değil, yolcu vagonunun döşemeleri altında bulunur.

Rayların genişliği, yani raylar arasındaki açıklık her ülkede değişiktir. İngiltere'de bu açıklık 141 cm.'dir. İngiliz mühendislerinin demiryolu döşenmesine yardım ettiği birçok ülkede de bu ölçü kullanılır. Kuzey Amerika'da da demiryolu rayları arasındaki açıklık aynıdır. Ama, örneğin Rusya'da raylar arasındaki açıklık 150 cm.'dir. Afrika ülkelerinin çoğunda raylar arasındaki açıklık topu topu 1 metredir. Avustralya'da ise üç ayrı ölçü kullanılır.

"Tramvaylar" da bir çeşit trendir. Birçok kentte tek ya da birçok vagondan meydana gelmiş tramvaylar hâlâ kullanılmaktadır.

DİŞLİ (RACK) TRENLER

Çok dik inişli yokuşlu alanlarda işleyen trenlerde tekerleklerle raylar arasındaki normal sürtünme, yokuş yukarı giderken treni çekmeye, yokuş aşağı giderken de durdurmaya yetmez. Bu gibi durumlarda dişli demiryollarından yararlanılır. Bu tür demiryollarının çoğunda iki ray arasında, tam ortada ayrıca bir maden dişli bulunur. Lokomotifin altında da bir dişli çark vardır. Bu dişli çarkın dişleri rayların ortasına döşenmiş olan dişlinin yivlerine oturacak biçimdedir.



Demiryolu ulaşımında kullanılan çeşitli araçlar. Yukarıda, sağda çocukları eğlendirmek için yapılmış minyatür tren. Yukarıda, solda ise İngiliz Demiryolları'na ait modern bir yolcu treni görülüyor. Gaz türbini ile işleyen bu tren büyük hız yapabilecek güçtedir. Aşağıda Fransız Demiryolları'na ait, aynı zamanda gaz türbini ile çalışan bir turbo-tren. Solda ise buna tam zıt görünüşte, İsviçreliler'e ait dişli bir elektrikli tren. Dişli trenler dik inişli-yokuşlu yerlerde kullanılır.

Alpler'de, örneğin İsviçre, Avusturya, İtalya'da böyle birkaç dişli demiryolu vardır. Amerika Birleşik Devletleri'ndeki Mount Washington Cog Demiryolu ilk dişli demiryollarındandır ve hâlâ kullanılmaktadır.

TELEFERİKLER

Dişli trenlerin bile aşamayacağı diklikteki yükseltilerde kabloların çektiği trenler, yani teleferikler kullanılır. Bunlar genellikle çok kısa mesafelerde çalışır. Çok kez kablonun iki karşıt ucunda iki vagon bulunur. Vagonlar büyük makaralarla kabloya asılmıştır. Bir vagon aşağı doğru inerken, öbürü yukarı tırmanır. Böylece ağırlıklarının birbirini denkleştirmesi sağlanır. Bu sisteme "füniküler" denir. Çoğu füniküllerde motor durağandır ve teleferik hattının istasyonlarından birinde bulunur. Paris'te, yolcuları Montmartre'a çıkarıp indiren füniküler ünlüdür. Bizde de Uludağ'da ve İzmir'de Yamanlar Dağı üzerinde işleyen iki teleferik hattı vardır.

Brezilya'da dört kollu bir ana teleferik hattı vardır. Vagonlar füniküllerde olduğu gibi, çifter çifter çalışır. Bu tür füniküller çok dik yokuşları tırmanabilecek güçtedir. İsviçre'de böyle çok güçlü füniküller vardır.

TEK RAYLI TRENLER

Tek raylı trenlerde yalnız bir ray vardır. Tren ya bu rayın üzerinde yol alır, ya da tepesinden raya asılır, yani rayın altında yol alır. Rayın üzerinde yol alan trenlerde, dengeyi sağlamak için jiroskop kullanılır. Yoksa tren yol alırken iki yana yalpalar.

Alweg tek raylı demiryolu sistemi bu son türdendir. Ray beton bir kiriştir. Vagonların kauçuk lastikli tekerlekleri vardır. Tekerlekler bu beton ray üzerinde yol alır. Japonya'da, Tokyo kentini havaalanına bağlayan 13,5 Km. uzunlukta böyle tek raylı bir demiryolu hattı vardır.

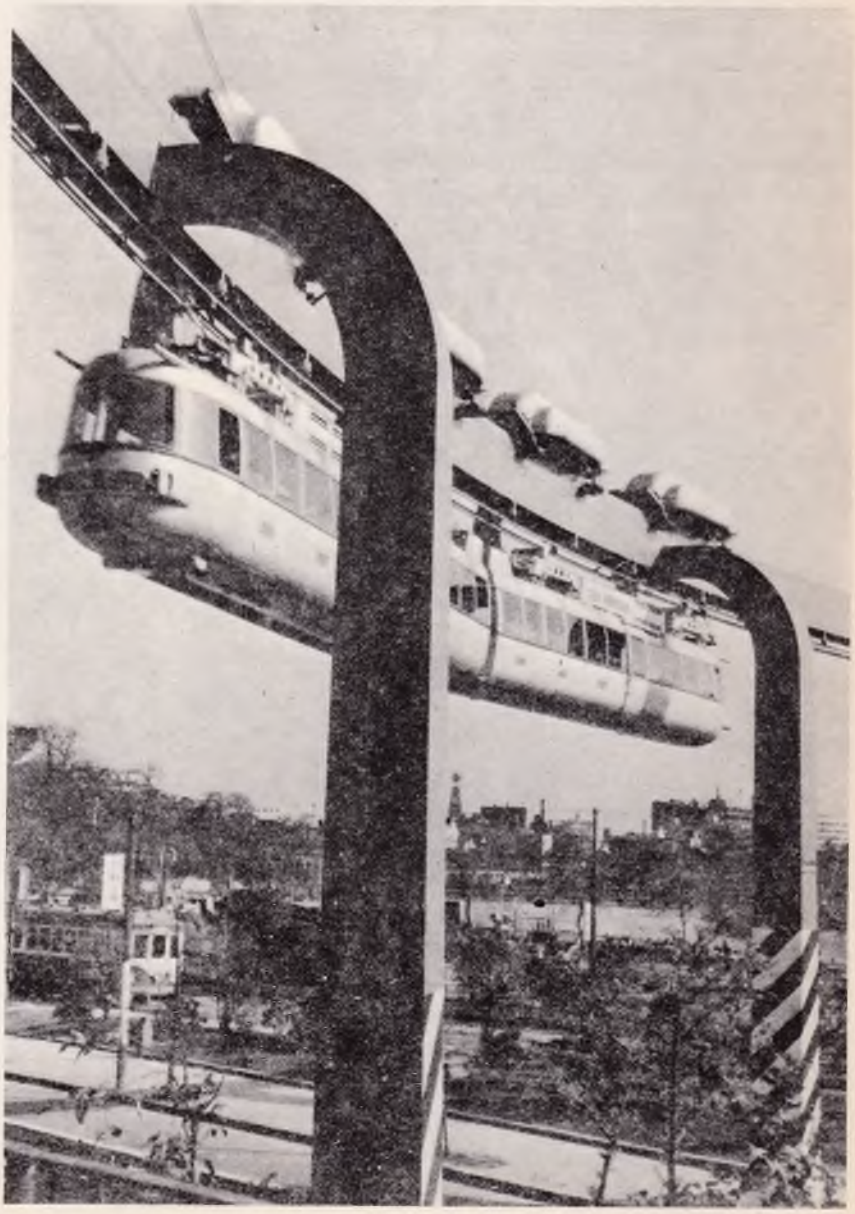
Asma tek raylı demiryolu hatlarında ise tren ya rayın üzerindeki tekerleklerden aşağıya sarkacak biçimde asılır, ya da tekerlekler çok yakın döşenmiş iki ray arasındaki özel bölmede yol alır. Safege sistemindeki trenler böyledir: trenin tekerlekleri kauçuk lastiklidir, kutu biçimi kirişin içindeki özel yerde yol alır. 1960'ta Fransa'da, Orleans yakınında deneme olarak buna benzer bir demiryolu hattı açılmıştır. Almanya'daki Wuppertal hattı da asma tek raylı demiryolu sistemlerindendir. Bu hat 1901 yılından beri çalışmaktadır. Wupper Irmağı üzerindeki dar bir vadi boyunca yol alan hattın uzunluğu 13 Km.'yi aşkındır.

Bugün birçok çeşitleri geliştirilmekte olan hover-trenleri de tek ray üzerinde çalışan trenlerdir. Fransızlar'ın Aerotrain'i bu türdendir. Bu trenin rayı tersine çevrilmiş bir "T" biçimindedir. Tren bir hava yastığı aracılığıyla bu ray üzerinde hareket eder. Bu tren saatte 320 Km.'yi bulan bir hız yapabilir.

BUHARLI LOKOMOTİFLER

Buharlı lokomotifler yıllarca dünyadaki demiryollarının başlıca enerji kaynağı olmuştur. Bugün ise birçok ülkede bu lokomotiflerin yerini daha modern enerji kaynakları almış bulunuyor: diesel motorlu, elektrik motorlu ve gaz türbinli lokomotifler gibi. Ancak birçokları için buharlı lokomotifler hâlâ eski büyüleyici çekiciliklerini korumaktadır.

Bir buharlı lokomotifin en önemli öğesi "kazan"dır. Kazanda üretilen buhar silindirlere gider ve pistonları bir ileri, bir geri iter. Pistonlar da piston kolları ve kranklar aracılığıyla tekerlekleri harekete geçirir. Lokomotifin en oylumlu parçası kazandır. Kazan uzun çelik bir silindir biçimindedir, bir ucunda ocak vardır. Ocakta kömür, odun ya da başka bir yakıt yakılır. Ocak-



Japonya'daki tek raylı asma demiryolu sistemi. Yolcu vagonları tek ray boyunca kayan bir kenetle tek raya asılmıştır. Japonya tek raylı demiryollarının gelişmesinde öncülük etmiştir. Ülkede tek ray üzerinde yol alan "semer" tipi trenler de geniş ölçüde kullanılmaktadır.

Solda: Geçmiş günlerin iyi korunmuş bir anısı olan bu güzel tren, İsviçre'de yapılan ilk buharlı lokomotiflerden biridir. Sağda: Buharlı lokomotifin çektiği bir İngiliz yük treni. Bu tren buharlı trenler döneminin sonuncularındandır. Lokomotifin nekadar kirli olduğuna ve bacasından püsküren dumanlara bakın. Kirli, yetersiz ama, gene de büyüleyici olan buharlı lokomotifler uzun süredir demiryolu hatlarında görünmez oldu.

tan çıkan birçok boru sıcağı kazana taşır ve suyun buhara dönüşmesini sağlar.

Kazandan gelen buhar silindirlere girer. Genelikle silindirlerden biri lokomotifin bir yanına monte edilmiştir. Silindirlerin içindeki pistonlar, piston kollarıyla lokomotifin tekerleklerine bağlanmıştır. Büyük buharlı lokomotiflerde dört çift, ya da daha çok sayıda tekerlek bulunur. Bunlar kavrama kollarla birbirine bağlıdır.

Silindirlerden çıkan egzost buharı, çeşitli bölümlerden geçerek bacaya ulaşır. Bacanın çekişi ateşin daha iyi yanmasını sağlar. Yani bir lokomotif nekadar hızlı çalışıyorsa, ocağındaki ateş de o denli iyi yanar; dolayısıyla daha çok buhar ve buna bağlı olarak daha çok enerji elde edilir. Modern bir lokomotifte buharın basıncı cm.$^2$'de 20 Kg.'ı bulur.

## DİESEL LOKOMOTİFLERİ

Diesel lokomotifleri mazotla çalışır. Tıpkı buharlı lokomotifler gibi, bunlar da dışardaki bir enerji kaynağından enerji sağlamaz. Dolayısıyla aynı raylar üzerinde yol alabilirler. Bunun sonucu olarak, birçok ülkede buharlı lokomotiflerin yerini diesel lokomotifleri almıştır. Diesel lokomotifleri bakım görmeden ve yakıt yenilemeden uzun mesafeleri aşabildiği gibi, çalışmaları için gerekli enerjiyi de çabuk ve kolay sağlayabilirler. Oysa buharlı lokomotiflerin çalışabilmesi için önce suyun buhar olup, buhar basıncı oluşturmasını beklemek gerekir. Diesel lokomotiflerinin buharlı lokomotiflere bir başka üstünlüğü de daha çabuk kalkıp durabilmeleri ve daha çabuk hızlanabilmeleridir.

Diesel motoru içten yanmalı bir motordur. Birçok bakımlardan otomobillerde kullanılan benzin motorlarına benzer. Yalnız bir farkı vardır: Benzin yerine mazot yakar.

Lokomotifte diesel motoru otomobilde olduğu gibi doğrudan doğruya tekerleklere bağlanamaz. Enerjiyi tekerleklere iletmek için birçok transmisyonlardan yararlanılır.

"Diesel-elektrik" lokomotifinde ise diesel motoru bir elektrik jeneratörüne bağlıdır. Bu jeneratörün ürettiği elektrik "çekici" motorlara gönderilir. Çekici motorlar genellikle dingillerin üzerine monte edilmiştir ve dingillere dişlilerle bağlıdır. Diesel lokomotiflerinde enerji iletimi genellikle bu yoldan yapılır.

Mekanik transmisyonda bir vites kutusu vardır. Öyle ki, makinist tıpkı bir kamyon sürücüsü gibi, vites değiştirmek zorundadır. Bu tür "dieselmekanik" lokomotifleri genellikle yan hatlarda çalışan küçük lokomotiflerdir.

Üçüncü ana transmisyon türü "hidrolik"tir. Enerji bir "çevirgeç" içindeki yağ aracılığıyla iletilir. Burada çevirgeç, vites kutusunun yerini almıştır. Gerçekte bu bir çeşit türbindir. Motor bir pompayı çalıştırır; pomba yağı türbin kanatlarına gönderir ve böylece kanatların dönmesine yol açar. Türbinin mili, lokomotifin çekici tekerleklerine bağlıdır. Diesel-hidrolik lokomotifler ana demiryolu hatlarında işleyen trenlerde çok kullanılır.

## ELEKTRİKLİ LOKOMOTİFLER

Elektrikli lokomotifler diesel lokomotiflerinin birçok üstünlüklerine sahiptir. Yalnız bir dış elektrik kaynağına gereksinme gösterirler. Bundan dolayı da ancak kendileri için yapılmış demiryolu hatlarında işleyebilirler. Lokomotif için gerekli elektrik alternatif, ya da doğru akımla sağlanabilir. Alternatif akımdan sağlanıyorsa, lo-

komotifin içindeki "doğrultmaçlar" alternatif akımı doğru akıma dönüştürür. Akım lokomotife üstten, lokomotifin tepesindeki menteşeli, dışarı fırlayan bir kol olan "pantograf" aracılığıyla verilebileceği gibi, raylar boyunca ya da rayların ortasına döşenmiş üçüncü bir raydan da verilebilir. Üstten elektrik veren sistemler 25.000 ya da daha çok voltluk bir alternatif akımla çalışır. Üçlü ray sistemleri ise 750 voltluk bir doğru akımla çalışır.

Elektrikli bir lokomotifi çeken çekici motorlar, diesel-elektrik lokomotiflerinde kullanılan motorlara benzer. Bunlar her dingil (mil) üzerine monte edilebilir. Çok üniteli elektrikli yolcu trenlerinde, elektrik motorları belirli aralıklarla trenin uzunluğu boyunca yerleştirilir.

"Elektro-diesel" lokomotifleri ise hem elektrikli hem de elektriksiz demiryolu hatlarında çalışabilir.

GAZ-TÜRBİNLİ LOKOMOTİFLER

Gaz-türbinli lokomotiflerde jet motorlu uçaklarınkine benzer bir enerji ünitesi vardır. Bu tür lokomotiflerde yakıt olarak petrol, doğal gaz ya da toz kömür kullanılır. Bir kompresör yanma ünitesine sıkıştırılmış hava verir. Böylece yakıtın yanması sağlanır. Yanma sonunda oluşan sıcak gazlar türbini çalıştırır. Türbin elektriksel ya da mekanik olarak lokomotifin çekici tekerleklerine bağlanmıştır.

Gaz-türbinli lokomotifler ancak uzun süre, bütün enerjileriyle çalıştıkları vakit ekonomiktir. Bundan dolayı, A.B.D. ve S.S.C.B. gibi geniş, kentler arasındaki uzaklığın çok olduğu, engebeli ülkelerde kullanılırlar.

Modern lokomotifler yerini almış oldukları buharlı lokomotiflerin tersine, temiz, yeterli ve üstün niteliktedir. Avrupada'da işleyen trenlerin çoğu elektriklidir (yukarıda). İngiltere'de hem diesel hem de elektrikli trenler kullanılır. A.B.D.'nde ise daha çok diesel lokomotifleri çalışır (aşağıda).

Lokomotifler için yeni enerji çeşitleri geliştirme yolunda sürekli araştırmalar yapılmaktadır. Bunlardan biri de indüksiyon motorudur. Bu motoru "açılmış" bir elektrik motoruna benzetebilirsiniz. Motor bobin telleri yassı bir şerit biçimindedir. Raylar ise rotoru (döneç) oluşturur. Bobinler normal elektrik motorlarında olduğu gibi dönerek değil, rotor yani raylar boyunca kayacak biçimde hareket eder.

# Demiryolu Ulaşımındaki Gelişmeler

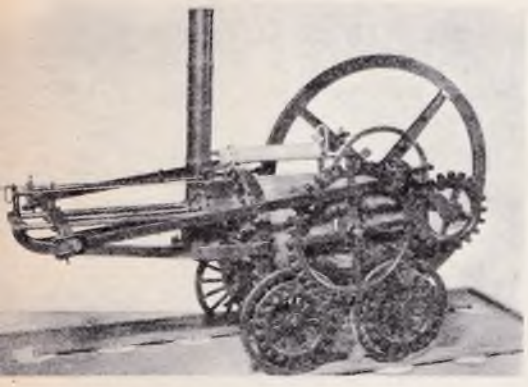
Eski Yunanlılarla Romalılar tekerlekli taşıtların üzerinde gidip gelebileceği bir tür rayın ya da oluğun yararlarını biliyorlardı. Ancak, kabartma raylar üzerinde yol alabilen ilk tekerlekli vagonları kullananlar, büyük olasılıkla madenciler olmuştur. Madenciler maden ocağından çıkarılan maden cevherini ya da kömürü başka yere taşımak zorundaydılar. Çıkarılan cevheri atlar taşırdı. Atların raylar üzerinde hareket edebilen tekerlekli taşıtları çok daha kolay çekebildiği çok geçmeden anlaşıldı. Üstelik bu yöntemle daha ağır yük de taşınabiliyordu.

İlk yapılan raylar tahtadandı. Ama maden işçiliği teknikleri gelişince, tahta rayların üzeri demir tabakalarıyla kaplanmaya başlandı. İngiltere'de Cumberland'de demir raylar 1738'den başlayarak kullanıldı. Başlangıçta rayların dışa bakan kenarı kabartma yapılıyor, böylece vagon tekerleklerinin raydan çıkmaması sağlanıyordu. Daha sonraları ise tekerlekler rayın kenarı boyunca yol alacak biçimde yapıldı. Raydan kayıp çıkmalarını önlemek üzere de tekerleklere flanşlar takıldı.

Halka açık ilk demiryolu olan İngiltere'deki Surrey Demiryolu 1803'te açıldı. Bu demiryolunda bir at, ağırlığı 55 tonu bulan vagonları çekiyordu. Atla çekilen lokomotifler yapılması için daha önce de birtakım girişimler yapılmıştı. Bunlarda at koşarken bir çarkı çeviriyor, böylece lokomotifin yol alması sağlanıyordu.

## BUHARLI LOKOMOTİFLER

İlk buharlı lokomotifi Richard Trevithck 1804 yılında yaptı. Bundan yirmibir yıl sonra, halka açık ilk buharlı tren hizmete girdi. Bu tren İngiltere'de Stockton ile Darlington arasındaki demiryolunda çalışacaktı. Hatta çalışmaya başlayan ilk yolcu treni ise Stephenson'ın ünlü "Locomotion No. 1" adındaki treni oldu. Stephenson daha sonra "Rocket" adındaki lokomotifini geliştirdi. Rocket 1830 yılında Liverpool-Manchester Demiryolu'nda törenle hizmete girdi.



Trevithick'in ilk lokomotifi

RİCHARD TREVİTHİCK (1771-1833) Yüksek basınçla çalışan ilk buhar makinesini icat etmiştir. Karayolunda giden buharlı bir fayton ve demiryolunda giden buharlı bir lokomotif yapmıştır. Raylar üzerinde yol alan ve ilk kez 1807'de Güney Galler Ülkesi'nde, Penydaren'de işletilen buharlı lokomotif, dünyanın ilk demiryolu lokomotifidir. 5 ton ağırlıktaki lokomotif 40 ton çekebilecek güçteydi. Ne var ki, pik levhalardan yapılmış olan raylar bu ağırlığa dayanamadı. Bu yüzden, bu tür lokomotifler bir süre sonra kullanılmaz oldu. Yalnız, bu arada bir tane daha bu lokomotiflerden yapıldı.

ROCKET modern buharlı lokomotiflerin çalıştığı temel ilkelere göre yapılmıştı. En önemlisi, çok borulu bir kazanı vardı. Daha önceki buharlı lokomotiflerin kazanları ise tek bacalıydı: Kazanın çok bacalı oluşu Rocket'e daha bol ve yeterli buhar sağlıyordu. George Stephenson Rocket'i 1829'da bir yarışmaya soktu. Amacı lokomotifin Liverpool-Manchester Demiryolu'nda çalışabilecek güçte olup olmadığını anlamaktı. Rocket 96 Km.'lik yolda 15 tonluk ağırlığı çekerek yarışmayı kolayca kazandı. Yük vagonları lokomotiften çıkarılınca da, saatte 48 Km.'lik bir hız yapmayı başardı.

İlk lokomotif projelerini çizenler, düz bir ray üzerinde giden düz tekerleklerin yeterli bir çekiş sağlayamayacağına inanıyorlardı. Bu nedenle John Blenkinsop ile daha başkaları kocaman dişli çarkları bulunan lokomotifler yaptılar. Bu çarkların dişlileri, rayların dış kenarı üzerindeki çıkıntılara uyacak biçimdeydi. Bugünün dişli trenlerinde buna benzer bir ilkeden hâlâ yararlanılmaktadır.

## RAYLAR—ARASI AÇIKLIK ÜZERİNDEKİ TARTIŞMALAR

Bugünkü demiryollarının çoğunda raylar arasındaki açıklık 141 cm.'dir. Trenlerin tekerlekleri de bu ölçüye uyacak biçimde yapılmıştır. Öyle ki, tekerleklerinin ölçüsü bu açıklığa uyan her tren bu raylarda yol alabilir. Stephenson ve aynı çağda yaşayan bütün demiryolu mühendisleri lokomotifleri bu ölçülere uyacak biçimde yaptılar.

Yalnız bir kişi, Isambard Brunel bu ölçüye karşı çıktı. Brunel daha geniş bir ray aralığının daha büyük, güçlü ve dengeli lokomotiflerin işletilmesine olanak hazırlayacağına inanıyordu. Böylece Brunel, Büyük Batı Demiryolu Hattı'nın raylarını 210 cm. aralıkla döşedi. Bu aralıkla döşenmiş raylar çok başarılı oldu. Raylara uygun büyük lokomotifler yapıldı. Ne yazık ki bunların sayısı pek azdı. Demiryolu sisteminin geri kalan hatları, normal ray aralığına göre döşenmişti. Bu yüzden, trenlerin bir demiryolundan öbürüne geçmesi büyük zorluklara yol açıyordu. Hattâ bunu tartışmak üzere bir meclis komisyonu bile toplandı. Komisyon en sonunda rayların 141 cm. aralıkla döşenmesine karar verdi ve bu ray aralığı standart kabul edildi. Büyük Batı Demiryolu hattındaki raylar ise yavaş yavaş daha dar raylarla değiştirildi.

## AMERİKA'NIN BİR UCUNDAN ÖBÜR UCUNA

Amerika'nın iç kesimlerinin açılmasında ve Batı'nın gelişmesinde demiryollarının büyük payı olmuştur. 1829'da İngiltere'den Amerika'ya birçok buharlı lokomotif ithal edilmişse de, A.B.D.'ndeki ilk düzenli demiryolu sistemi 1830'da Güney Carolina'da Amerikan yapısı "Best Friend of Charleston"ın hizmete girmesiyle gerçekleşmiştir. Ülkenin Atlas Okyanusu'ndaki kıyıları ile Büyük Okyanus kıyılarını birleştirme yolundaki ilk girişimler 1863'te başladı. Önce batıda Orta Pasifik Demiryolu yapıldı. Bunu doğudaki Birleşik Pasifik Demiryolunun yapımı izledi. Sonra bu iki yol, Utah'ta kavuşmak üzere, birbirine doğru uzatılmaya başlandı.

Öte yandan, anakaranın daha kuzeyinde, Montreal ile Vancouver arasında da Kanada Pasifik Demiryolu hattı döşendi. Bu hattın uzunluğu 4.610 Km.'yi buluyordu. İlk yolcu treni 1886 haziranında Montreal'den yola çıktı. Trenin Kanada'yı doğudan batıya aşması 5,5 gün sürdü.

Bu ilk demiryollarından sonra, dünyanın her yanında demiryolları yapılmaya başlandı. Sibirya'yı baştan başa aşan demiryolunun yapımına 1891'de başlandı. 9.280 Km. uzunluktaki bu demiryolu dünyanın en uzun demiryolu hattıdır.

## BUHAR ENERJİSİNİN GELİŞTİRİLMESİ

Demiryollarının hızlı gelişimi, daha yeterli enerji kaynaklarının geliştirilmesine yol açtı. İlk buharlı lokomotiflerin kazanları basitti; bir kısmı suyla doldurulmuş bir fıçıdan ibaretti. Kazanın içindeki geniş bir boru ateşi içerde tutmaya yarıyordu.

Trevithick kazanı geliştirerek boruyu U biçiminde uzattı. Böylece ısıtılan alanın büyümesini, öte yandan yakıt tüketiminin azalmasını sağladı. Ayrıca ocağın çekişini artırmak için, egzos buharını da bacaya verdi. Stephenson Trevithck'in buluşunu daha da geliştirdi: kazanın tek ve geniş borusunun yerine çok sayıda daha küçük borular taktı.

İlk lokomotif kazanları perçinli dövme demir plakalardan yapılırdı. Bunlar yalıtmak amacıyla tahta kaplanırdı. Daha sonraları kazanlar kaynaklanmış çelikten yapılmaya bas-

George Stephenson
Yaptığı en ünlü lokomotif Rocket görülüyor (Solda)

GEORGE STEPHENSON (1781-1884) "Demiryollarının Babası" diye tanınır. Stephenson bir ateşçinin oğluydu. Okuyup yazmayı boş zamanlarında, kendi kendine çalışarak öğrendi. Çok aranan bir demiryolu danışmanı olmayı başardı; ilk lokomotiflerden birçoğunun projesini çizdi, yapımıyla uğraştı. Halka açık trenlerin ilki de onun elinden çıkmıştır. Stephenson'ın yaptığı en ünlü lokomotif "Rocket"tir. Stephenson bu lokomotifin projesini oğlu Robert (1803-1859) ile birlikte çizmiştir. Bir süre sonra Robert de demiryolu ve lokomotif yapımcılığında babası kadar büyük ün kazandı.

landı. Bunlar ince çelik tabakalarıyla kaplanmış alçı ya da amyant ile kaplanıyordu. Bir süre sora, çelik ünitelerin yerini bakırdan yapılmış ocak bölmeleri ve pirinç borular aldı.

Enerji alanındaki gelişmeyi, buhar basıncının artırılması yolundaki çalışmalar izledi. İlk kazanlarda 1 $cm.^2$'ye 3,3 Kg.'lık basınç sağlanıyordu. Daha sonra yapılan kazanlarda bu oran $cm^2$. başına 20 Kg.'a çıkarıldı. Bunun yanısıra sıcaklık derecesi de artırılarak kazanın daha yeterli çalışması sağlandı. Sonradan yapılan buharlı lokomotiflerde "super" ısıtıcılar kullanıldı. Bunlar uzun, dar, kıvrık borular biçimindeydi. Normal kazan borularının içinden geçiyor ve buhar taşıyarak verimi artırıyorlardı.

Öte yandan, tekerlekleri çalıştıran pistonların işleyişinde de birtakım gelişmeler oldu. Pistonun tam vuruşu sırasında silindire buhar verilmesinin yararı olmadığı anlaşıldı. Çünkü buhar, oyulunca ilk genişlemesinden sonra da genleşmesini sürdürebilir. Böylece "yaygın çalışma" yöntemi gelişti. Bu yöntemde makinist, buharın kesildiği noktayı değiştirebiliyordu. Bir süre de "bileşik çalışma" denen bir yöntem uygulandı. Bu yöntemde büyük, alçakbasınçlı bir silindirin yanısıra küçük, yüksekbasınçlı bir silindir kullanılmaktaydı.

1938 temmuzunda A4 sınıfından bir Pasifik Lokomotifi olan "Malard", buharlı lokomotifler içinde ulaşılmaz bir rekor kırdı ve saatte 202 Km.'lik bir hız yapmayı başardı. Bu arada, Sir Nigel Gresley de aerodinamik biçimli modern Pasifik lokomotifleri yaptı. Bu lokomotiflerin önü üçgen biçimindeydi. Böylece dumanla buharın makinistin bulunduğu bölmeye girmesi önleniyordu.

## YERALTI TRENLERİ-METROLAR

Dünyanın ilk yeraltı treni 1863'te Londra'da yapıldı. Hatta çalışan trenler buharlıydı. Metropolitan Hattı adı verilen bu ilk yeraltı demiryolu hattı Paddington ile Farrington Sokağı arasında bulunuyordu. Açılan tünel toprak yüzeyine yakındı ve "açıp kapama" yöntemiyle yapılmıştı. Bu yöntem, tünelin üzerindeki yollarda trafik bakımından birçok karışıklığa yol açtı. Daha sonraki metrolarda mühendisler bu yüzden daha derinden tünel açma yolunu yeğ tuttular.

İlk derin tünel 1870'te hizmete giren Tower Subway'in yapılışı sırasında açıldı. Bu yeraltı hattı kabloyla çekiliyordu ve yolcularını Thames Irmağının altından geçiriyordu. Bundan yirmi yıl sonra, Monument ile Stockwell arasında bugünkü derin tünellere benzer bir tünel, ya da başka bir deyişle gerçek bir "tüp" açıldı. Bu hattın eski tünellere birçok üstünlükleri olduğu çok geçmeden anlaşıldı. Bunun üzerine kir ve kurum saçan buharlı lokomotifler kaldırıldı; dört tekerlekli, küçük elektrikli lokomotifler kullanılmaya başlandı.

Londra'dan örnek alan başka büyük kentler de metro yapımına girişmekte gecikmediler. 1896'da Glasgow'da kablolu bir yeraltı treni hizmete girdi. Bunu 1900 yılında ünlü Metro'sunun açılışıyla Paris izledi. New York Metrosu ise 1904 yılında açıldı.

## ELEKTRİKLİ TRENLER

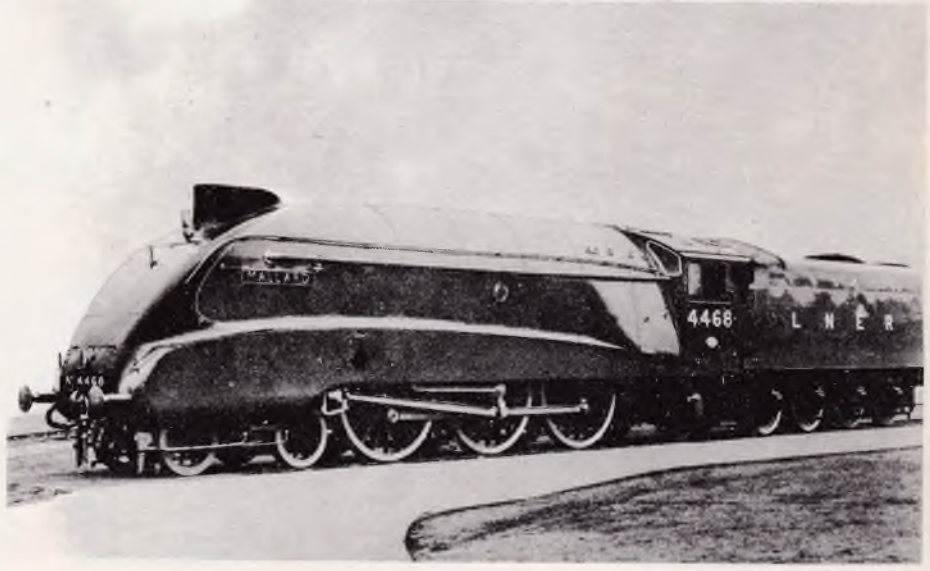
Yeryüzünde yol alan trenlerin projelerini çizenler, çok geçmeden elektrik enerjisinin üstünlüklerini kavradılar. 1883'te İngiltere'de Brighton kıyısı boyunca Volk's Elektrikli Demiryolu açıldı. İrlanda'da Giant's Causeway'de de elektrikli trenler işletilmeye başlandı. Buharlı trenlere göre yapılmış olan öbür ana demiryolu hatları da elektrikli trenlere göre düzenlendi.

1950'lerden başlayarak, birçok ülke elektrikli trenlerin işleyeceği demiryolları yapmaya girişti. Bugün çoğu ülkelerde elektrikli trenler ve diesel-elektrik trenleri kullanılmaktadır.

Yukarıda: Yüzyılın ilk yıllarında Büyük Kuzey Hattı'nda çalışan ünlü lokomotiflerden biri.

Sağda: Londra Metro'sunda çalışan ilk trenlerden biri. Gördüğünüz gibi trenin lokomotifi buharlıdır. Bunu göz önüne alarak, o günlerde metro ile yolculuk etmenin ne pis bir iş olduğunu düşünebilirsiniz.

Aşağıda: En hızlı buharlı lokomotif olan "Mallard" 1938 temmuzunda ardında 7 vagon çektiği halde, saatte 202 Km.'lik bir hız yapmayı başarmıştır.



# Modern Demiryollarının İşleyişi

Bugünkü trenlerin çoğu hem yolcu, hem yük taşır. İkisi arasında bir ölçüştürme yapılacak olursa, yük taşımanın daha çok kâr sağladığı görülür. Yükleme demiryolu şirketi için en uygun zamanda yapılabildiği gibi, az sayıda personeli gerektirir. Oysa yolcular yolculuk edecekleri vakit istedikleri her yerde, her dakika tren bulunmasını dilerler. Bu yüzden, bazı demiryolu hatları günün belirli saatlerinde, özellikle sabahları ve akşam işlerin dağıldığı saatlerde tıklım tıklım kalabalık olur; günün geri kalan saatlerinde ise hemen hemen boş çalışır.

YÜK KATARLARI (Marşandizler)

Bugünkü yük katarlarında mallar eş boyutlarda sandıklara konarak taşınıyor. Bu yöntem demiryoluyla yük taşınmasını önemli ölçüde kolaşlaştırmıştır. Yük trenlerinin vagonları yolcu taşıyan trenlerin vagonlarından daha kısa ve basıktır. Mallar bu vagonlara belli büyüklükte sandıklar içinde konur. Kimi yük trenlerinin vagonları da hem kara, hem demiryolunda gidebilen özel taşıtlardan meydana gelmiştir. Yük trenleri için büyük endüstri merkezlerinde özel terminaller kurulmuştur. Bu terminaller arasında hızlı trenler işler.

Bugünün hızlı demiryollarında, rayların döşenişi ve bakımı hayati bir önem taşır. Yukarıdaki araç rayları sürekli denetler; uygun biçimde birleştirilip birleştirilmediklerini, kazâya neden olabilecek yanlışlıklar yapılıp yapılmadığını saptar.

Solda: Fransızlar'ın hızlı lokomotiflerinden biri: "Le Capitol". Yüksek hız yapabilen modern lokomotiflerin çoğu gibi, Le Capitol da elektriklidir ve elektriğini pantografı aracılığıyla üzerindeki bir telden alır. Aşağıda: Giderek hızlanan tren trafiği ile başa çıkabilmek için sinyal sistemleri modernleştirilmiş, elverişli hale getirilmiştir.

İstasyon yakınında trenlerin manevra yaptığı büyük alanlar vardır. Burada vagonlar otomatik olarak birbirine eklenir. Vagonlar bir tümsek üzerine itilir; rayların kenarındaki bir aygıt her vagonun üzerindeki şifreli etiketi "okuyarak", yükün cinsini ve gideceği yeri kaydeder.

YOLCU TRENLERİ

Yolcu trenlerinin geliştirilmesi daha çok, trenin hızını artırma amacını gütmüştür. Bugün birçok ülkede şehirlerarası elektrikli trenler işler. Bunların hızı saatte 160 Km. dolayındadır. Sıradan raylar üzerinde yol alabilecek biçimde yapılmış hafif, kullanışlı gaz türbinli trenler ise daha gelişmiş ülkelerde kullanılır. Bunların hızı saatte 320 Km.'yi bulur.

Hızlı trenlerin kazâları önceden haber verebilecek daha yeterli sinyallere gereksinmesi vardır. Eskiden kullanılan "semafor" sinyallerinin yerini bugün kırmızı, yeşil ve sarı yanan ışıklı sinyaller almaktadır. Makinistin bulunduğu bölüme kimi vakit bu sinyalleri tekrarlayan bir aygıt yerleştirilir. Böylece makinist en yoğun siste bile, tehlike işareti veren bir sinyale yaklaşmakta olduğunu anlar. Sinyal tehlike işareti verince, otomatik olarak frenleri çalıştıran ve trenin durmasını sağlayan düzenler vardır. Bir sinyal kulübesi kilometrelerce uzunlukta demiryolunu denetleyebilir. Kulübenin içinde ışıklandırılmış büyük bir çizelge vardır. Bu çizelge sinyal külübesinin denetlediği bölgedeki bütün trenlerin durumunu gösterir.

# Yeraltı Trenleri (Metrolar)

Çağımızda yeraltı trenlerinin yapımına büyük bir hız verilmiştir. Bugün Dünya ülkelerinin hemen hepsi kent caddelerinin altından geçecek yeraltı trenleri için tüneller kazıyor, tasarılar hazırlıyorlar. Londra da bu çalışmaları sürdüren kentlerdendir. Çünkü dünyadaki ilk yeraltı treni Londra'da yapılmıştır. Bugün Londra'daki Victoria Hattı otomatik olarak çalışmaktadır.

Yeraltı demiryolları iki ana yoldan yapılır. Bunlardan birinde toprak yukarıdan kazılır, gerekli donatım tamamlandıktan sonra kazılan yerin üstü yeniden örtülür. Bu yöntem daha çok, ilk metrolarda kullanılmıştır. "Açıp kapama" yöntemi ancak yüzeydeki trafiğe ve binalara zarar verilmeden geniş bir hendeğin kazılabileceği yerlerde uygulanabilir. Kazılan hendeğin içine raylar döşenir, sonra tünelin duvarları ve çatısı örülür. Ancak bundan sonra yüzeysel ayrıntılara geçilir.

Ne var ki bugünün büyük kentlerinde bu yöntem korkunç bir kargaşalığa neden olabilir. İşte bu yüzden, mühendisler yeraltında derin tünel kazma yöntemini geliştirmişlerdir. Londra gibi büyük kentlerin altındaki toprak biralay engelle doludur; gaz, su, elektrik boruları, kanalizasyon, lâğım boruları, yeraltı ırmakları ve eski metro tünelleri gibi. Bu yüzden, yeni metro hatlarının planlarını hazırlayanlar, engelsiz toprağa erişebilmek için çok daha derinlere gitmek zorundadırlar. Bu derin tüneller "tünel siperleri" yardımıyla tehlikesizce kazılır.

Bugün dünyanın en geniş yeraltı tren hattı Londra'da bulunmaktadır. Londra'daki yeraltı demiryolu sisteminin uzunluğu —yer yer yüzeye çıkan demiryolları da içinde olmak üzere— 406 Km.'dir. Bu hattın 107 Km.'si küçük çaplı, derin tünellerden meydana gelmiştir. 37 Km.'si ise "açıp kapama" yöntemiyle yapılmış, yüzeye daha yakın ve daha geniş tünellerden oluşmuştur.

Yeraltı trenlerinin vagonları yapılırken rahatlıktan çok, kapasiteye önem verilmiştir. Çünkü yeraltı trenleri genellikle işe gidip dönen büyük kalabalıkları taşımak zorundadır.

Otomatik yeraltı demiryollarında, trenler indüksiyon yoluyla raylar arasına döşenmiş kablolardan talimat alır. Ayrıca trenlerin işleyiş programını yapan programlama makineleri vardır. Öte yandan, yolcu sayısı da otomatik olarak denetlenebilmektedir. Bu amaçla yolcu çıkış ve giriş yerlerine bilet basan, denetleyen ve toplayan makineler yerleştirilmiştir.

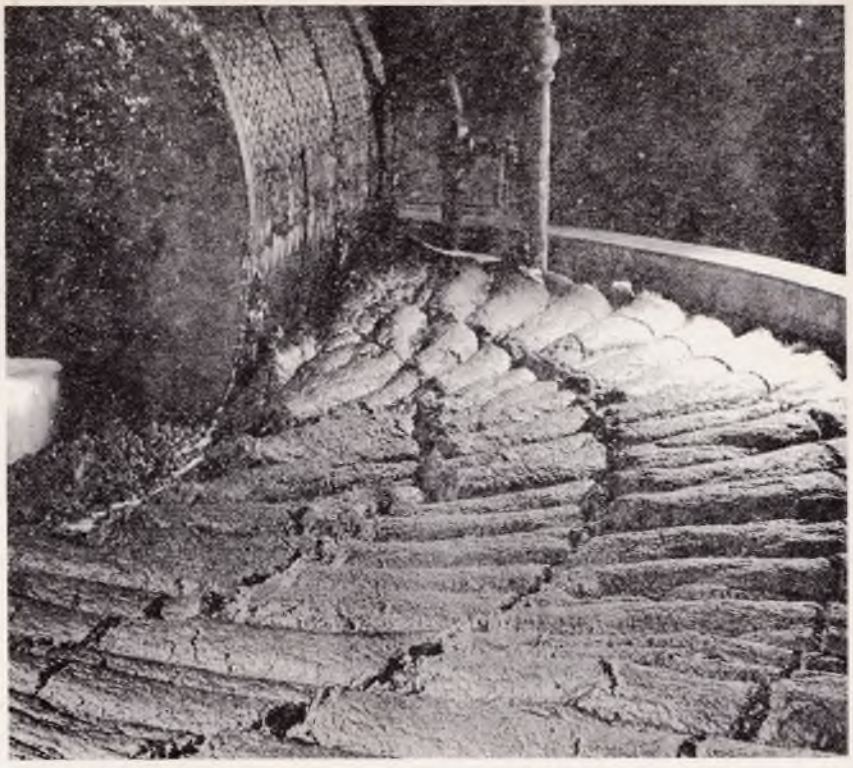
Amerika'nın büyük kentlerinde her gün kent dışından işine gidip gelen büyük kalabalıkların yolları tıkamadan yerlerine ulaşabilmeleri için birtakım önlemler alınmıştır. Bu amaçla birçok "hızlı geçiş" sistemleri tasarlanmış ve bunların yapımına başlanmıştır. Bunlardan biri de San Francisco Koy Bölgesi Hızlı-Geçiş Sistemi'dir. Koydaki kent içi vapurları 6,5 Km. uzunlukta bir su altı tüneliyle San Francisco'ya bağlanmıştır. Depreme dayanıklı olan bu tünel parça parça yapılmış, sonra koyun tabanına döşenip monte edilmiştir. Bütün sistemde 32 Km. uzunlukta tünel, 38 Km. uzunlukta yer üstünden giden demiryolu vardır. Geri kalan 50 Km.'lik alanda ise demiryolu köprüleri yapılmıştır. Bu hatlarda işleyen trenler aerodinamiktir ve saatte 112 Km.'nin üzerinde hız yapabilecek güçtedir.

Yeraltı trenleri her zaman yeraltından gitmez! Resimde Londra'daki Kuzey Demiryolu Hattı'nda çalışan trenlerden birinin Golders Green'de gün ışığına çıkışı görülüyor. Yeraltı trenleri elektriklidir. Elektriklerini üçüncü bir raydan alırlar. Resimde dıştaki ray elektrikli olandır. Rayın izolatörler üzerinde oturtulduğu görülüyor.

Londra'daki Victoria Hattı 1960'larda hizmete açıldı. Bu hat pek az personele gereksinme gösterecek biçimde, otomatik yapılmıştır. İstasyonlara giren, çıkan yolcuların biletlerini elektronik makineler denetler.

# Kâğıt

Bugün bildiğimiz şekliyle kâğıdı icat etmiş oldukları için Çinliler'e teşekkür borçlu sayılırız. Çinliler'in kâğıdı M.S. 100 yıllarında bulduğu sanılıyor. Güya bir Çinli yabanarılarını seyrederken, onlardan esinlenerek ilk kâğıdı yapmış. Bilindiği gibi, yabanarıları yuvalarını kendi çıkardıkları kâğıda benzer bir maddeden yaparlar. Bu buluş insanlık tarihinin en önemli buluşlarından biri oldu. Çünkü kâğıdın bulunuşu kalabalık insan kütlelerinin birbiriyle haberleşmesini sağladı; öğrenmeyi, bilgi edinmeyi kolaylaştırdı. İlk kâğıt dut ağacının iç kabuklarından yapıldı. Çin'de çok dut ağacı yetiştirilir; çünkü ipeği sağlayan ipekböceği dut yapraklarını yiyerek beslenir.



Çoğu kâğıtlar odun hamurundan yapılır. Kâğıt hamuru kâğıt fabrikasına kuru tabakalar halinde gelir. Bu yüzden önce bir hamur deposunda sıvı hale getirilmesi gerekir (Yukarıda).

En yüksek kalite yazı kâğıtlarının kimisi odun hamurundan değil, paçavradan yapılır. Resimde hamur yapılacak paçavraları kalitelerine göre ayıran kadınlar görülüyor.

## KAĞIT YAPIMINDA KULLANILAN HAMMADDELER

Bugünkü kâğıtların çoğu ise odunun parçalanmasıyla elde edilen bir hamurdan yapılır ki, buna "odun hamuru" denir. Öte yandan, kâğıt yapmaya yarayan başka maddeler de vardır: paçavra, eski ipler, jüt, manila keneviri, halfa otu, hattâ saman gibi. Bu hammaddelerden yapılan kâğıtların kendine özgü kullanım alanları vardır. Örneğin, uzun süre saklanması gereken belgeler paçavra kâğıdından yapılır. Manila kenevirinden zarf yapımında yararlanılır. Ama genellikle kullandığımız kâğıtlar birçok hamurun karışımıdır.

### ODUN-HAMURU

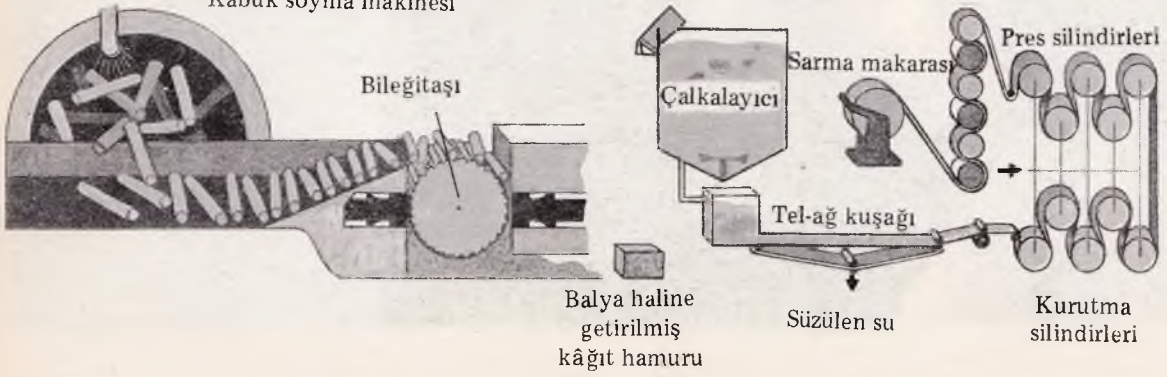
Odunu odun hamuru haline getirmek için üç ana yöntem vardır. Birinci yöntemde odun mekanik olarak öğütülür, başka bir işlem uygulanmaz. Öbür iki yöntemde ise, odun kimyasal yoldan parçalanır.

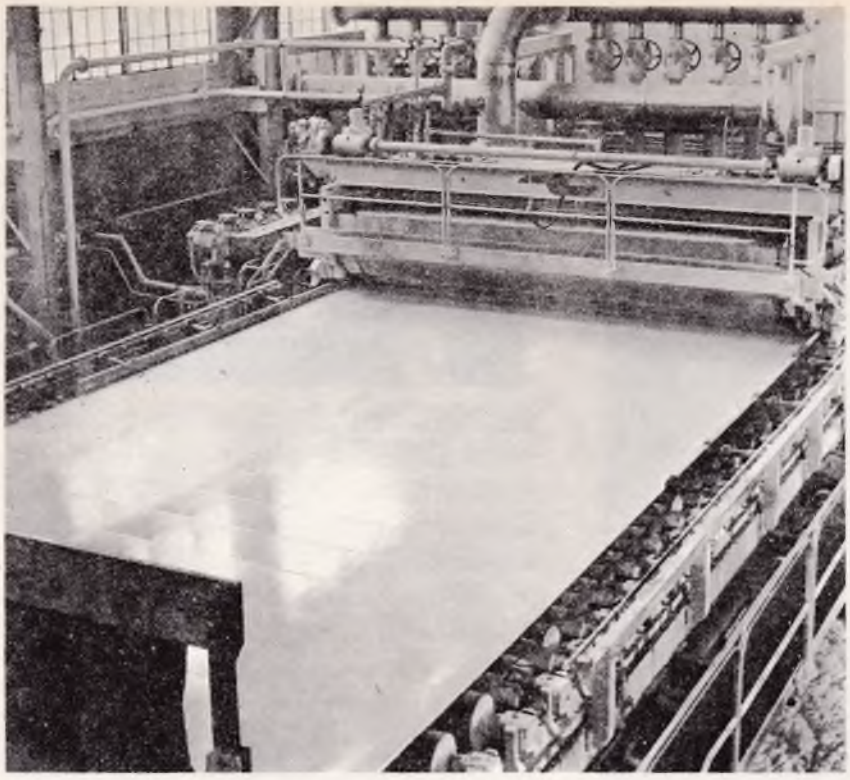
Mekanik yoldan odun hamuru yapma yönteminde, kütükler döner bileği taşlarında öğütülür. Odunun kavrulmaması için, işlem sırasında kütüklerin üzerine sürekli su püskürtülür. Odun bileği taşlarından ince, ıslak bir hamur halinde çıkar. Mekanik yoldan öğütülmüş odun hamuru en çok gazete kâğıdı yapımında kullanılır. Gazetelerin basıldığı sarımtırak kaba kâğıttan başka, duvar kâğıtları ile paket kâğıtları da bu hamurdan yapılır.

Odun hamurunun kimyasal yoldan elde edilmesi ise iki yöntemle olur. Bunlardan biri "sülfit" ya da "asit" işlemidir. Öbürüne ise "sülfat" ya da "alkalik" yöntem denir. Kabuğu çıkarılmış küçük ağaç kütükleri küçük dilimler haline getirildikten sonra belirli kimyasal maddelerle birlikte kapaklı bir kimya kazanı içinde "pişirilir". Bunu çok büyük bir düdüklü tencereye benzetebiliriz. Kimyasal işlem sonunda odunun içindeki "lignin" denen esrarengiz madde çözülüp erir ve odundaki selüloz liflerini birbirine yapıştırır. Sülfit yöntemiyle çok açık renkte odun hamuru elde edilir. Bu hamur sonradan yeniden ağartılarak kar beyazlığında kâğıt yapılır. Bu özelliğinden dolayı, sülfit hamuru yüksek kaliteli yazı ve baskı kâğıtlarının yapımında kullanılır. Bu hamur arıtılarak yapay ipek ve rayon da yapılabilir. Sülfat işlemiyle yapılan kâğıt hamuru ise çok dayanıklı olur. Bu yüzden bu hamur paket kâğıdı, karton yapmakta kullanılır. Sülfat hamuruna "kraft" hamuru da denir. Almanca olan bu kelime "kuvvet" anlamına gelir. Sülfat hamuru, sülfit hamurundan daha koyu renklidir ve genellikle ağartılmadan kullanılır. Ancak istenirse bu hamurun rengi de ağartılarak ince, beyaz kâğıt yapılabilir.

Odun hamuru yapımında en çok kullanılan ağaçlar yumuşak tahtalı ağaçlardır; ladin, köknar, çam gibi. Ama kavak, kayın, huş, karaağaç gibi sert tahtalı ağaçlardan da odun hamuru yapılabilir.

Oldukça kaba bir kâğıt olan gazete kâğıdının yapılış evreleri. Bu tür kâğıt odun hamurundan yapılır. Önce kabuğu soyulmuş ağaç kütükleri bileğitaşında öğütülür, hamur haline getirilir. Kâğıt fabrikasına giden hamur, çırpma makinesinde dövülür ve başka maddelerle karıştırılır. Sonra kâğıt makinesinin "ıslak ucu"na verilir. Burada kâğıdın suyu süzülür, ıslak kâğıt ağı kurutulur ve preslerden geçirilerek uzun bir tabaka haline getirilir.





Kâğıt makinesinin "ıslak ucu". Bu evrede kâğıt hamurunun içinde % 90'dan çok su vardır. Islak hamur tel bir ağ kuşağının üzerine akıtılır ve burada suyunun çoğu süzülür ya da emilir.

KAĞIT FABRİKALARI

Kâğıt fabrikasında yapılan ilk iş, katı haldeki hamuru yeniden sıvı hale getirmektir. Bu iş çok büyük, çalkalayıcı teknelerde yapılır. Kuru hamur tabakaları bu teknelerin içinde parçalanarak liflerine ayrılır ve suyla karıştırılır.

Bundan sonra sıvı kâğıt hamuru "çırpma makinesi"ne geçer. Makinenin içindeki döner çubuklarla bıçaklar hamuru iyice döver. Böylece lifler birbirine karışarak esneklik kazanır ve yapılacak kâğıdın cinsine göre uygun uzunluklarda kesilir. Yapılacak kâğıdın cinsi, hamurun çırpma makinesinde dövülme süresine ve türüne bağlıdır. Örneğin, kurutma kâğıdının yağlı kâğıttan daha az dövülmesi gerekir. Çünkü yağlı kâğıdın yağı geçirmemesi için çok yoğun olması, dolayısıyla liflerinin iyice karışmış olması şarttır.

Çırpma makinesinde dövülmüş olan kâğıt hamuru, bundan sonra "karıştırıcı"ya gider; yapılacak kâğıdın cinsine göre, değişik hamurlarla ve daha başka maddelerle karıştırılır. Bu evrede kâğıt hamuruna kil katılırsa, elde edilecek kâğıt daha yumuşak ve pürüzsüz olacağı gibi, yoğunluk da kazanır. Gene bu evrede kâğıt hamuruna "ahar" katılırsa, elde edilen kâğıt baskıya ve yazı yazmaya daha elverişli olur. Ahar bir tür nişasta ya da tutkaldır. Kâğıt renklendirilmek isteniyorsa, boya maddeleri de bu evrede karıştırılmalıdır. Kâğıdı daha suya dayanıklı hale getirmek için hamurun içine reçine (çamsakızı) ya da şap katılır.

KAĞIT MAKİNESİ

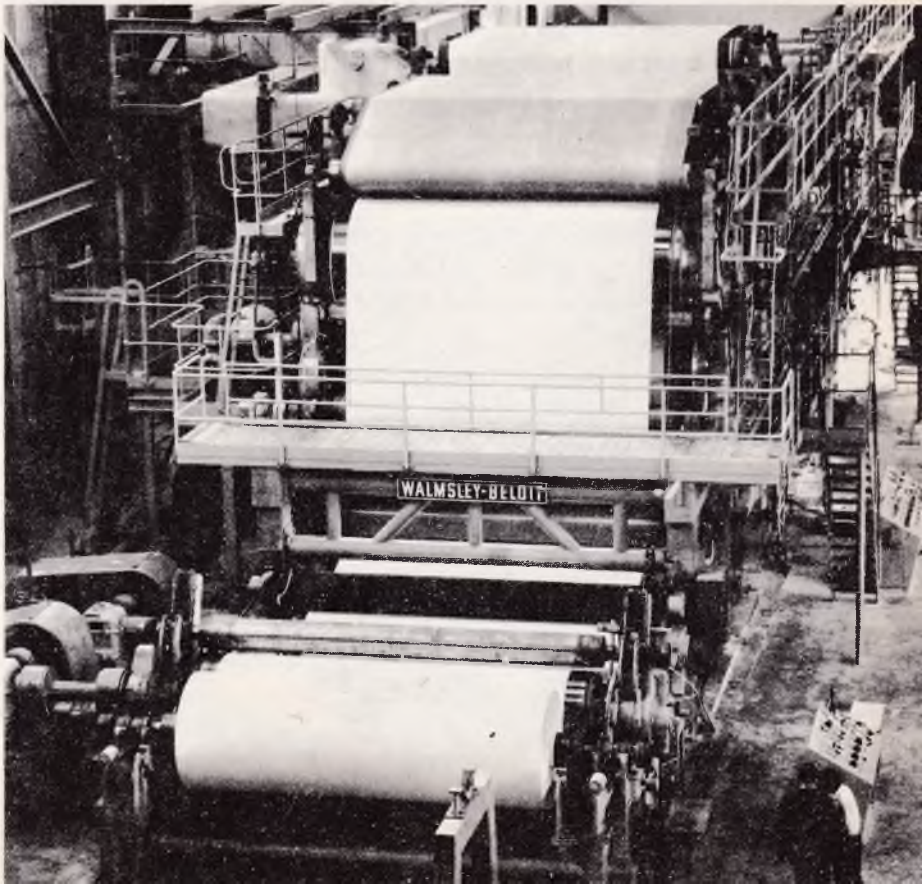
Karıştırıcıdan çıkan ince hamur kütlesi, kâğıt makinesine geçer. Bu amaçla kullanılan standart makineye "Fourdrinier" makinesi denir. Bu makineyi iki Fransız kardeş olan Fourdrinier'ler 1803'te İngiltere'de geliştirmişlerdir. En büyük kâğıt makinelerinin uzunluğu 90 metreyi bulur. Makinenin "ıslak ucunda" çıkış delikleri vardır. Bunlar hamurun hızla hareket eden tel bir ağ kuşağı üzerinden düzgün bir biçimde akmasını sağlar. Hamurun içindeki su yavaş yavaş süzülür. Makinenin daha aşağı kesimindeki "emme kutuları" (suction box) hamurun içindeki geri kalan suyu çeker.

Elde edilen yumuşak, nemli kâğıt "ağı", bundan sonra birçok silindirden meydana gelmiş ağır "pres"lere gider. Presler kâğıdı ezip inceltir, nemli bir tabaka haline getirir. Bu nemli tabaka buharla ısıtılmış "kurutma silindirleri"nden geçirilerek kurutulur. Kurumuş olan kâğıt tabakası bundan sonra da ağır perdah preslerine verilir. Böylece pürüzsüz hale gelen kâğıt tabakası muazzam büyüklükte makaralara sarılır. Kâğıt makinesi dakikada 600 m. uzunlukta kâğıt çıkarabilir. Her makara 16 Km., hattâ daha çok kâğıt sarabilir.

Tuvalet kâğıdı, kâğıt mendil, mutfak havlusu, vb. gibi emici kâğıtlar özel bir işlemden geçer. Bu tür kâğıtların yüzeyi, kâğıt ağı kurutma silindirlerinden geçerken bir bıçakla çizilip kazınır. Böylece emici kâğıtlara özgü, krep-vari görünüş kazanılır. Çoğu kâğıtların yüzeyi aharlanmış bir boya ile kaplanır. Bundan amaç kâğıda parlaklık kazandırmak, mürekkebi emmesini önlemektir.

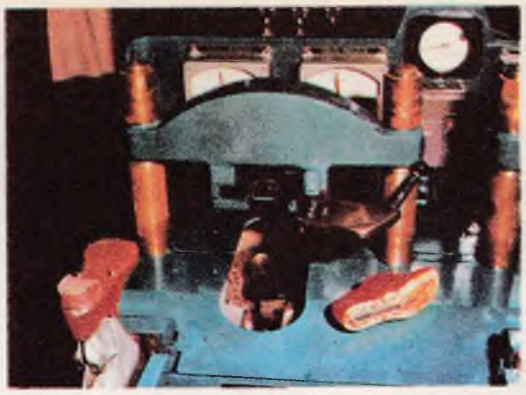
Kimi kâğıtlar "filigranlı"dır; yani kâğıdın dokusunda ancak aydınlığa tutulunca görünen çizgiler, resimler, yazılar vardır. Kâğıdın dokusuna bu yarı-saydam şekilleri yapmak için, üzeri kabartma desenli bir silindir kullanılır.

Kâğıt makinesinin "kuru ucu". Tel ağ kuşağından çıkan nemli kâğıt ağı birçok kurutma silindirinden ve presten geçirilir.



# Kauçuk

Kauçuk birçok özellikleri dolayısıyla en değerli hammaddelerimizden biri haline gelmiştir. En önemli özelliği esnekliğidir. Bu sayede kolayca eğilip bükülebildiği gibi, sarsıntıyı da azaltır. Kunduralarımızın tabanını kauçuk kaplamamız bundandır. Gene aynı nedenle, motorlu taşıtların lastikleri de kauçuktan yapılır. Kauçuğun bir başka özelliği de su, hattâ az-çok hava geçirmemesidir.



Bugün her tür uygulamada geniş ölçüde sentetik kauçuk kullanılmaktadır. Resimde yapay kauçuğun kunduracılıktaki uygulanışını görüyorsunuz. Ayakkabının gerek sayası, gerekse tabanı ile topuğu resimdeki makineyle, püskürtme kalıp yöntemi ile kauçuk kaplanıyor.

## DOĞAL KAUÇUK

Az önce de değindiğimiz gibi, doğal kauçuk bir ağaçtan elde edilir. Bu ağacın en iyi cinsleri Ekvator bölgesinde yetişir. Bu bölgede sıcak, nemli bir iklim hüküm sürer. Kauçuk ağacı Güney Amerika'da, Brezilya'da yabanıl olarak yetişir. Ne var ki dünyadaki doğal kauçuğun çoğu güneydoğu Asya'da, Malaya ve İndonezya'daki insan eliyle dikilmiş kauçuk korularından gelir. İnsan eliyle kauçuk ağacı dikimine ilk 1876'da Londra'daki Kew Bahçeleri'nde başlanmıştır. Bu bahçeler için Brezilya'daki yabanıl kauçuk ağacı ormanlarından fideler getirilmiştir.

Kauçuk ağacının özsuyunu elde etmek için işçiler önce ağacın gövdesi çevresinde yarım çember biçiminde dar, eğimli bir oluk açarlar. Bu oluk ağacın kabuğu altındaki canlı hücreleri çizmeye yetecek derinlikte olmalıdır. İşçiler kesilen yerin altına bir çanak koyar, kesilen yerden akan özsuyu bu çanağın içinde biriktirirler. Kauçuk ağacının özsuyu süte benzer bir sıvıdır; "lateks" diye anılır.

Toplanan kauçuk sütü bundan sonra gene kauçuk korusunun içinde bulunan fabrikaya giderek işlenir. Kauçuk sütünün ancak üçte biri arı kauçuktur. Geri kalanı ise içinde en çok su bulunan bir bileşiktir. Elde edilen kauçuk küçük, dağınık damlacıklar ya da kürecikler halindedir. "Ham kauçuk" denen maddeyi elde etmek için, kauçuk ağacının sütü formik asitle işleme sokulur. Bu işlem sonunda minik kauçuk damlacıkları pıhtılaşır, daha büyük, katı yumrular haline gelir.

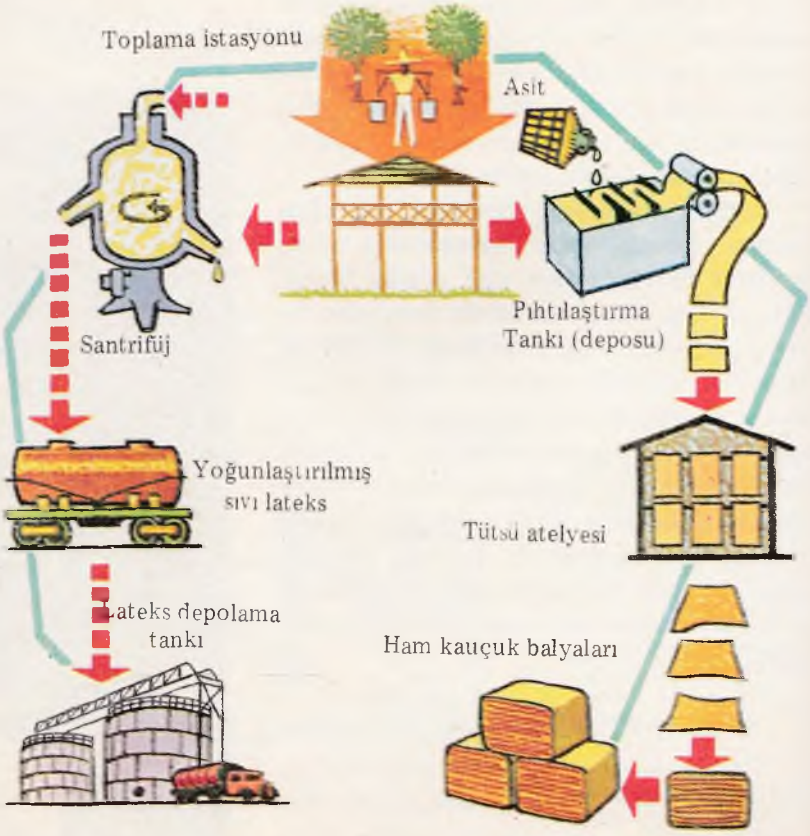
Ham kauçuk sarımtırak-beyaz renkli, süngerimsi bir maddedir. Bu madde silindirlerle ezilerek bir tabaka haline getirilir. Böylece içindeki bütün su çıkarılır. Bundan sonra kauçuk tabakaları sıcak bir tütsü-evine asılarak günlerce dumana tutulur. Duman kauçuğu kuruttuğu gibi, korunmasını da sağlar. Bu işlem sonunda kauçuk esmerleşir, kehribar rengini alır. Rengi değişmiş olan ham kauçuk tabakaları taşınmak üzere balya haline getirilir, daha başka işlemlerden geçirilmek üzere yapımevlerine gönderilir.

Ancak lateks her zaman yukarıda anlattığımız biçimde işlenmez. Kimi vakit yapımcıya işlemeden, sıvı halde gönderilir. Çünkü böyle sıvı haldeki kauçuk belli eşyayı yapmak için daha elverişlidir. Lastik sünger ve lastik eldiven yapımında bu tür kauçuk kullanılır. Bununla birlikte kauçuk korusundan yüklenmeden önce gene de lateksin içindeki suyun çoğu alınır. Unutmayın ki lateksin hemen hemen üçte ikisi bir işe yaramayan sudur. Lateks genellikle bir santrifüj makinesinde yoğunlaştırılır. Bu bakine büyük bir hızla döner, lateksin içindeki suyun kauçuktan ayrılmasını sağlar. Bundan sonra yoğunlaştırılmış lateks amonyakla işleme sokulur. Amonyak taşıma sırasında lateksin bozulmadan kalmasını sağlar, pıhtılaşmasını önler.

Resimde kauçuk ağacından elde edilen sütlü lateksin kullanılacak hale gelinceye kadar geçirdiği işlemler görülüyor. Bu işlemler sonunda lateks ya yoğunlaştırılmış lateks, ya da ham kauçuk haline gelir.

## SENTETİK KAUÇUK

"Sentetik kauçuklar" insan eliyle yapılmış kimyasal maddelerdir. Bunlar gerçekte kauçuğa benzer özel plastik çeşitleridir. Genel amaçlar için en çok kullanılan sentetik kauçuklardan biri petrolden elde edilen iki kimyasal maddeden yapılır. Bunların biri bir sıvı olan stiren, öbürü ise



bir gaz olan bütadyendir. Belli koşullar altında stiren ile bütadyen (sıkıştırılmış, sıvı halde), birleşerek süte benzer beyaz bir sıvı meydana getirir.

Stiren-bütadyen kauçuğundan başta, özel amaçlar için yapılan daha birçok yapay kauçuk türü vardır. Bunların en ilgiçekicileri arasında "silikon" (silisyum) kauçukları gelir. Bu tür kauçuklar çok düşük ısı derecelerinde olduğu gibi, çok yüksek sıcaklıklarda da dayanıklılıklarını ve esnekliklerini korur. Bütil kauçukları da değerlidir; çünkü gazları bütün öbür kauçuklardan daha iyi korurlar. Bu özelliklerinden dolayı, otomobil lastiklerinin iç astarları ile boruları bu tür kauçuktan yapılır. Çoğu sentetik kauçuklar, özellikle de "nitril" kauçukları benzine mazota, yağa çok dayanıklıdır. Bundan dolayı bu kauçuklar en çok otomobil lastiği yapımında kullanılır.

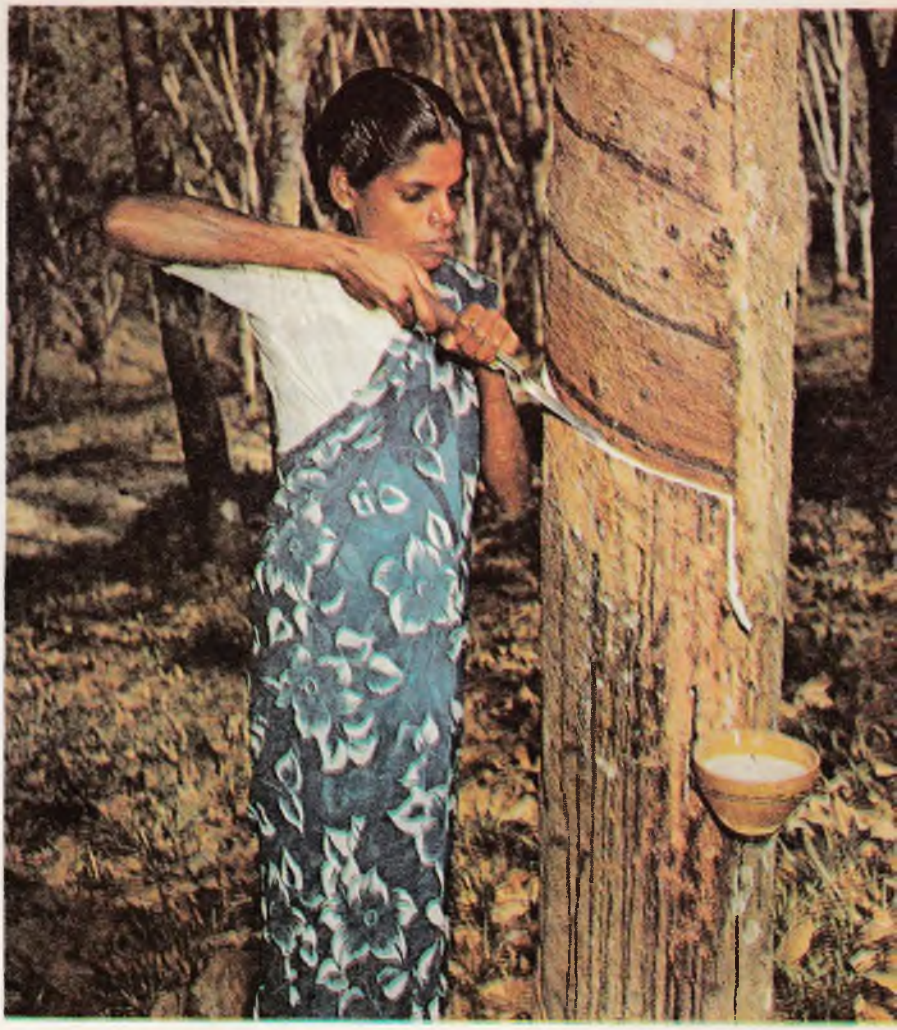
KAUÇUĞUN İŞLENMESİ

Kauçuk korusundan ya da kimya fabrikasından yapımcıya gelen kuru, ham kauçuk her şeyden önce yumuşak, esnek, hamura benzer bir kıvama sokulur. Bu iş ezmeye, yoğurmaya, ütülemeye yarayan makinelerle yapılır. Isıtma ve "plastikleştirici" denen yumuşatıcı maddelerin katılması işlemi kolaylaştırıp çabuklaştırır. Bundan sonra sıra "alaşım" yapmaya gelir; kauçuğun içine özelliklerini geliştirecek çeşitli maddeler katılır. Örneğin içine kil katılınca, kauçuk daha kolay işlenecek hale gelir. Karbon karası ya da is gibi boyalar katılınca da sağlamlık ve dayanıklılık kazanır. Kauçuğa kükürt katma işlemine "vulkanizasyon" denir. Bu işlem sonunda kauçuk sertlik kazanır.

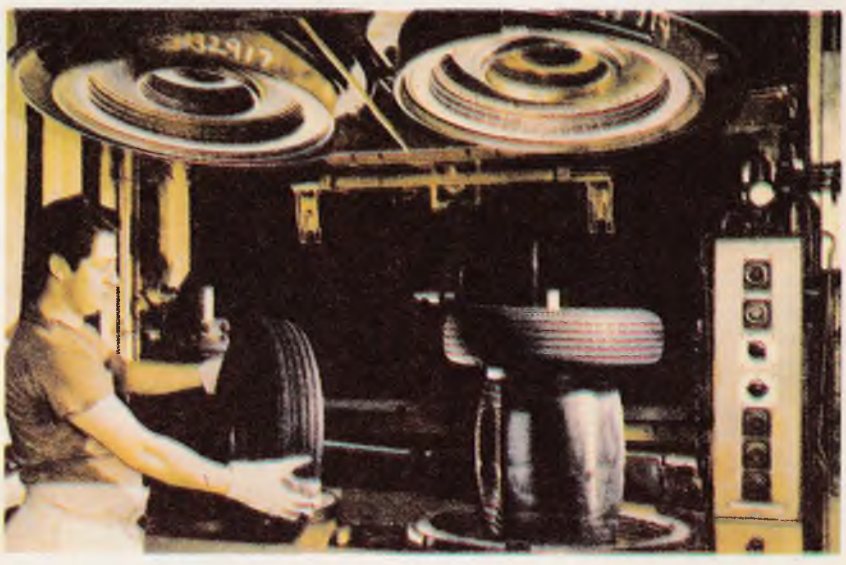
İçine çeşitli maddeler katılmış olan kauçuk birçok yöntemlerle biçimlendirilir. "Perdahlama" yöntemiyle kauçuk tabakalar elde edilir. Bu yöntemde yumuşak kauçuk silindirlerden geçirilerek "ütülenir". İstenen kalınlık elde edilinceye kadar ütüleme işlemi sürdürülür. Lastik borular, çeşitli biçimlerde lastik şeritler ise "püskürtme yöntemi" ile yapılır. Bu yöntemde ılık, yumuşak kauçuk biçimlendirilmiş bir delikten ya da kalıptan geçirilir. Motorlu taşıt lastikleri, buyotlar, lastik oyuncaklar ise "döküm" yöntemi ile yapılır. Bu yöntemde kauçuk yapılmak istenen eşyanın biçiminde bir kalıba dökülür.

Lastik eldiven, balon, lastik çizme gibi eşya ise "daldırma" denilen bir yöntemle yapılır. Bu işte ya bir lastik eriyiği, ya da sıvı lateks kullanılır. İstenen eşyanın biçiminde bir kalıp hazırlanarak bu sıvıya daldırılır. Kalıba yapışan ince kauçuk tabakası bundan sonra bir asit banyosuna batırılarak pıhtılaştırılır. İstenen kalınlığa ulaşılıncaya kadar işlem tekrarlanır.

Kauçuk yapımcılığının son evresi ise "vulkanizasyon"dur. Genellikle bu işlem kauçuğun biçimlendirilmesiyle aynı zamanda yapılır. Vulkanizasyon kauçuğun kükürtle ısıtılmasıdır. Isıtma sonunda kükürt kauçukla birleşir; kauçuğu daha sert, dayanıklı, esnek hale getirir. Daha da önemlisi, kükürtlü kauçuk ısı değişikliklerinden daha az etkilenir. İçine hiçbir şey katılmamış doğal kauçuk ise sıcakta yapışkan, soğukta sert ve kolay kırılır bir maddedir. Kauçuğa çok miktarda kükürt katılırsa, "ebonit" adı verilen çok sert bir madde elde edilir. Bu madde elektrik geçirmez; örneğin otomobil akülerinin kutularının yapımında kullanılır.



Bir işçi kauçuk ağacının gövdesinde yeni bir oluk açıyor. Kesilen yerden fışkıran süte benzer lateks, ağacın altındaki kapta toplanır.

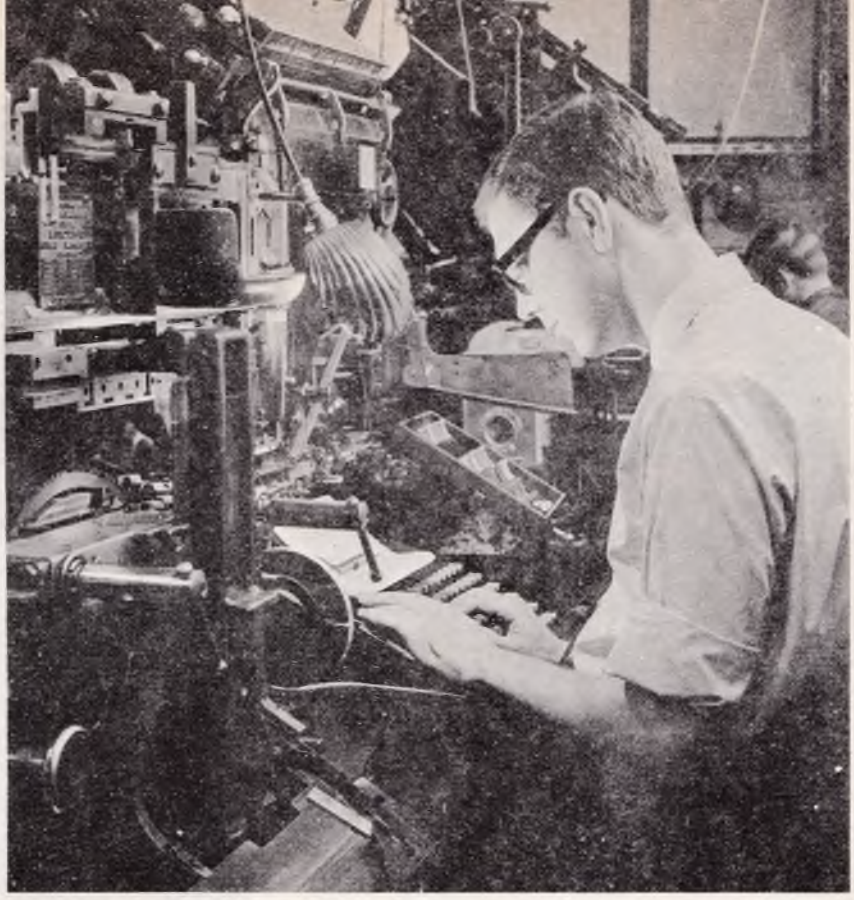


Elde edilen doğal ve sentetik kauçuğun çoğu motorlu taşıt lastiği yapmakta kullanılır. Resimde kalıptan yeni çıkmış otomobil lastikleri görülüyor. Lastikler kalıp presinde biçimlendirilir ve vulkanize edilir.

# Baskı

1456'da Almanya'nın Mainz kentinde Johannes Gutenberg'in hareket edebilir baskı makinesini bulması, insanlararası haberleşme ve bilgi alanında büyük aşamalara yol açtı. Gutenberg'in baskı makinesi son derece basitti; adeta şarap yapımında kullanılan preslere benziyor ve elle çalıştırılıyordu. Bugün kullanılan büyük, modern, hızlı rotatifler ise elektrikle çalışan baskı makineleridir ve üst üste yerleştirilmiş döner silindirlerden meydana gelmiştir. Bu makineler aynı ânda beş, hattâ daha çok rengi basabilecek güçtedir. Verimleri inanılmayacak derecededir: Saatte 60.000 sayfa kâğıt basabilirler!

Gutenberg'in baskı makinesinde harfler satırlar ve sayfalar halinde diziliyordu. Harfler mürekkepleniyor, sonra bir sayfa kâğıt bu mürekkepli harfler üzerine bastırılıyordu. Harflerdeki mürekkep böylece kâğıdın üzerine çıkıyordu. Bu baskı yöntemine "tipo baskı" denir. Bugün de bu yöntem özellikle gazete basmak için geniş ölçüde kullanılmaktadır. Ancak günümüzde daha başka baskı yöntemleri de geliştirilmiştir. Bunların başında ofset baskı ile tifdruk baskı gelir. Ofset baskı son yıllarda dergi, kitap basımında giderek önem kazanmıştır.



Sıcak maden ilkesi üzerine yapılmış iki tür dizgi makinesi vardır: Linotip ve monotip. Resimde bir linotip dizgi makinesi görülüyor. Operatör makinenin klavyesinde basılacak yazıyı yazıyor. Çoğu gazeteler linotiple dizilir.

DİZGİ

Müsvedde dizgi odasında, makinede dizilir. Sıradan işler için elektrikli dizgi makinesi kullanılır. Afiş, ilân gibi özel işlerde ise dizgi elle yapılır. Başlıca dizgi makineleri Linotip ile Monotip'tir. Linotip daha çok kullanılır. Her iki dizgi makinesinde de harfler sıcak madenden ("harf metali" denen bir alaşımdan) (Bk: Sayfa 134) küçük kalıplara dökülür. Adlarından da anlaşılacağı gibi, Linotip harfleri satırlar halinde, Monotip ise tek tek harfler halinde dizer.

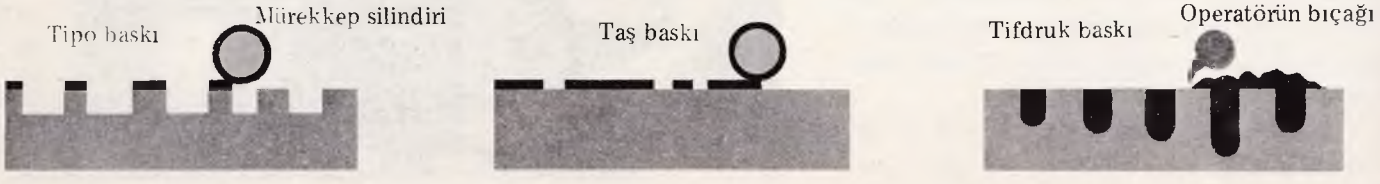
Linotipte operatör kelimeleri bir daktilo makinesinde yazar gibi yazar. Yalnız bu makine daktilo makinesinden çok daha büyüktür. Her harf yazıldıkça, bu harfin küçücük bir kalıbı —ki buna matris denir— dizilmekte olan satırdaki yerine yerleşir. Satır sona ermek üzereyken, operatör bir tuşa basar. Tuşa basılınca kelimelerin arasına üçgen biçimi madenler itilir. Böylece satırın tamamen dolması, yani sağda boşluklar kalmaması sağlanır. Buna "ayarlama" tuşu denir. Bundan sonra bütün satır otomatik olarak dökme mekanizmasına iletilir. Bu mekanizmada sıcak maden matrislerin içine gönderilir. Maden katılaşarak bir satır dizgi oluşturur.

Monotip dizgi makinesinde ise, operatör bir klavye üzerinde yazıyı yazar. Klavyenin tuşları bir Kâğıt şeridi deler. Böylece delikli bir şekil meydana gelir. Bundan sonra şerit bir döküm mekanizmasına gider. Şerit matrisleri bir kalıba dizilir. Bu kalıp şeritten gelen talimata göre bir döküm kalıbı üzerinde yerini bulur. Her harf dizgideki satırın bir parçasını oluşturmak üzere, matristen dışarı fırlar. Monotip yönteminin Linotip yöntemine bir üstünlüğü vardır: Harfler yanlış dizilmişse, tek tek çıkarılıp yeniden düzenlenebilir.

Son zamanlarda gelişen yeni bir dizgi yöntemi de "film üzerine dizgi"dir. Bu yöntemde dizgi fotoğrafik olarak yapılır. Bu yoldan dizgi sıcak maden yönteminden çok daha çabuk yapılabilir. Bu yöntem genellikle ofset-lito baskıyla birlikte kullanılır. Gerçekte ofset-lito da fotoğrafik bir baskı yöntemidir. Tipo baskıda ise film üzerine dizgi, maden baskı levhasını hazırlamakta kullanılır.

TİPO BASKI

Tashihten geçmiş, yani düzeltilmiş satırlar bundan sonra bir araya toplanarak sayfalar ha-




Üç ana baskı yönteminin ilkeleri. Tipo baskıda baskı yüzeyi çıkıntılıdır. Taş baskıda (litografi) baskı yüzeyi düzdür. Yalnız basılacak kesimler mürekkebi çeker. Tifduruk baskıda ise baskı yüzeyi girintilidir. Baskı silindiri üzerinde biriken fazla mürekkebi operatör bıçağı ile sıyırıp temizler.

line getirilir. Fotoğraf konacaksa, önce fotoğraflar klişe haline sokulur. Klişe maden bir levhadır. Fotoğrafın klişe haline getirilmesi işlemine "fotoğrafla klişe çıkarma" denir. Önce ince bir ağ perdesinden fotoğrafların fotoğrafı çekilir. Böylece, çekilen fotoğrafın noktacıklardan oluşmuş bir görüntüsü meydana gelir. Fotoğrafik negatiften asitle yakılmış bir plaka, ya da "noktalı klişe" yapılır. Bu klişe mürekkeplenip basılınca, orijinal fotoğrafın açıklı-koyulu noktalardan meydana gelmiş bir kopyası elde edilir. Gazetelerdeki fotoğraflarda bu noktacıkları açık-seçik görebilirsiniz.

Renkli resimler de buna benzer bir yolla basılır. Yalnız önce renkler üç ana renk olan mavi, sarı, kırmızının çeşitli karışımlarına ayrılır. Bundan sonra her renk için ayrı oyma klişeler hazırlanır. Bu arada siyah için de ayrı klişeler yapılır.

Tashihten çıkıp "forma" haline getirilmiş sayfalar maden baskı kalıpları haline getirilir. Bu zorunludur; çünkü kâğıt üzerine dizilmiş, fotoğrafları yerleşmiş sayfa doğrudan doğruya baskı makinesine verilirse çarçabuk yıpranıp kullanılmaz hale gelir. İki tür maden baskı kalıbı vardır: Stereotip ve elektrotip. Önce dizilip tashihten geçmiş sayfaların kalıpları çıkarılır. Sonra bu kalıpların içine sıcak maden dökülür.

Bugün baskı işlerinin çoğu rotatiflerle yapılmaktadır. Rotatif hızla dönen silindirlerden meydana gelmiştir. Maden baskı kalıpları, baskı silindirinin çevresine uyacak biçimde kıvrılır. Basılacak olan kâğıt baskı silindiri ile kâğıdı bastıran bir silindir arasından geçer. Çoğu rotatiflerde rulo halinde uzun kâğıt kullanılır. Kâğıt makineden geçtikçe kesilip sayfa haline konur.

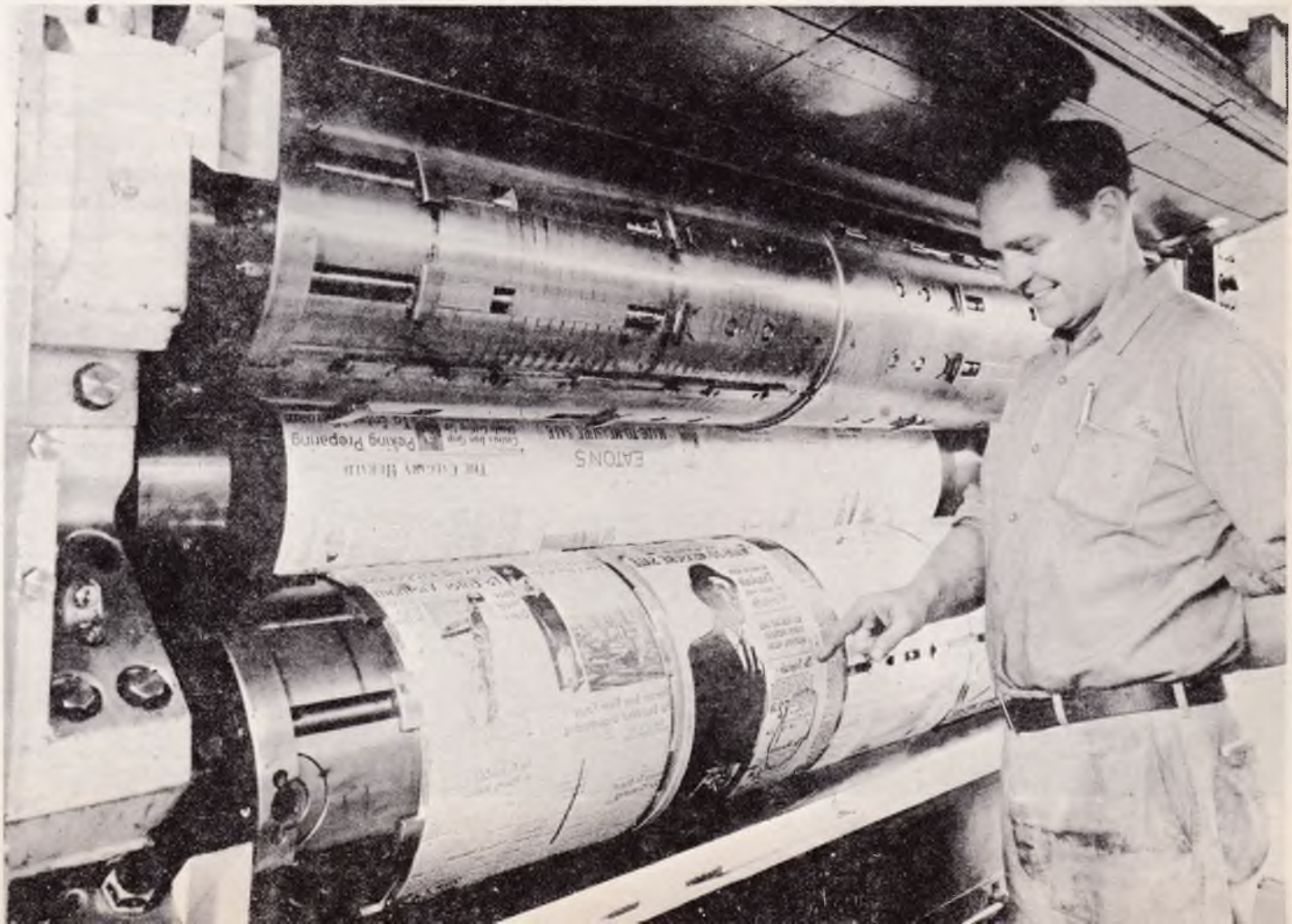
OFSET-LİTO VE FOTOGRAVÜR

Tipo baskı yükseltilmiş bir yüzeyle yapılır; bundan dolayı "kabartma" baskı diye de anılır. Ofset-lito baskı ise düz bir yüzey üzerinde yapılır; buna da "planografik" baskı denir. Düz madenden baskı yüzeyi dizgiden çıkmış ve basılmış kopyadan, fotoğrafik olarak hazırlanır. Baskı kalıbı yalnız dizgi kopyasının bulunduğu kesimlerde yağlı baskı mürekkebini çekecek biçimde yapılmıştır.

Baskı işi rotatifte yapılır. Rotatifin üstüste duran üç silindiri vardır. Maden baskı kalıbı en üstteki baskı silindirinin çevresine sarılır. Bu silindir kalıbın mürekkepli bir kopyasını lastik bir ofset silindirine iletir. Üçüncü bir silindir kâğıdı lastik ofset silindirine bastırır. Böylece kâğıt üzerinde basılacak sayfanın bir kopyası meydana gelir.

Gravür ya da fotogravür baskı ise girintili bir yüzey üzerinde yapılır. Buna "tifdruk" baskı denir. Tifdruk baskıdan en çok resim basmakta yararlanılır. Fotoğrafik bir yöntemle resim ve yazılar asitle yakma yoluyla bakır bir silindire oyulur. Baskı silindirlerinde asitle yakılmış oyuklar mürekkebi tutar, sonra basınçla mürekkep kâğıda geçirilir. Derin girintilerle hafif girintilerden daha yoğun renkler elde edilebilir.

Bugün baskı işlerinin çoğu çok hızlı rotatiflerde yapılıyor. Bunlarda baskı yüzeyi silindir biçimindedir. Yukarıdaki resimde bir fotogravür silindirinin prese verilmek üzere kaldırılışı görülüyor. Aşağıdaki resimde ise bir tipo baskı makinesinin maden baskı kalıbını görüyorsunuz.



# Isı

Isı yakından tanıdığımız bir enerji çeşididir. Güneş'ten yayılan ısı enerjisi ısınmamızı sağlar. Ayrıca ısınmak için çeşitli yakıtlardan, elektrik sobalarından yararlanırız. Her hangi bir yakıt yakılınca kimyasal bir işlem olur, bu işlem sonucunda ısı biçiminde enerji çıkar. Yanma sırasında genellikle karbonla oksijen birleşir. Bu kimyasal olay sonucunda meydana gelen kimyasal enerji ısı enerjisine dönüşür. Bir elektrik sobasını yaktığımız vakit, tellerden geçen elektrik akımı tellerin ısınmasına yol açar. Çünkü elektrik enerjisi ısı enerjisine dönüşmüştür. Bir otomobilin frenine basarsak, sert fren balataları dönmekte olan fren kasnaklarına sürünür. Sürtünme dolayısıyla ısı meydana gelir. Mekanik enerji ısı enerjisine dönüşmüştür.

Bütün bu enerji çeşitleri eşdeğerdir. Enerji biçim değiştirebilir ama, ne yoktan var edilebilir, ne de yok edilebilir. Eskiden ısının bir madde olduğu sanılıyor ve bu maddeye "ısı maddesi" ya da "Kalorik" deniyordu. Ama İngiliz bilim adamı James Prescott Joule (1818-1889) bir deneyle ısının da bir enerji türü olduğunu kanıtladı. Isının "mekanik eşdeğeri"ni saptadı. Joule belirli miktarda işin, belirli miktarda ısıya dönüştürülebileceğini gösterdi. Buna, başka bir deyişle "birinci termodinamik kuralı" da diyebiliriz. "İkinci termodinamik kuralı"na göre ise, ısı soğuk bir cisimden daha sıcak bir cisime kendi kendine akamaz. Daha başka kurallar da vardır ama, bunlar burada açıklayamayacağımız kadar karmaşıktır.

Şunu da hatırlatalım: Başka enerji türleri nasıl ısı enerjisine dönüşüyorsa, elbet ısı enerjisi de başka enerjilere dönüşebilir. Buhar makineleri, buhar türbinleri, içten yanmalı motorlar yanan yakıttan meydana gelen ısı enerjisini mekanik enerjiye dönüştürür. Bundan dolayı bu makinelere "ısı makinesi" de denir.

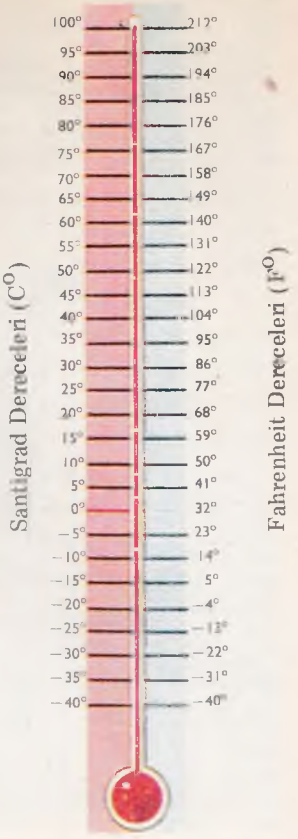
## GENLEŞME

Diyelim, gece yatarken içmek üzere kendinize bir fincan dolusu süt ısıttınız. Sütü ısıttıktan sonra aynı fincana dökerseniz, cezvenin içinde bir miktar süt arttığını görürsünüz. Çünkü süt ısınınca oylumca genişlemiştir. Yalnız süt değil, pek çok maddeler ısıtılınca genleşir: Sıvılar katılardan daha çok, gazlarsa sıvılardan da çok genleşir. Çünkü gaz molekülleri arasında çekim daha azdır.

Katı maddeler çok genleşmezse de, bunların genleşmesini de yabana atmamak gerekir. Sıcak havalarda genleşip eğrilmemeleri için, demiryolu hatlarındaki çelik rayların, köprülerin, beton yolların ek yerlerinde genleşme payı bırakılır. Her sıcaklık derecesi yükselişinde bir maddenin uzunluğunda, kapladığı alanda ve oylumunda meydana gelen orantılı artışlar uzunluk, alan ve oylumunun "genleşme katsayısı" ile ifade edilir. İki ayrı maddenin genleşme katsayıları arasındaki farklar termostat gibi aygıtlarda işe yarar. Bu gibi aygıtlarla sıcaklık denetlenir.

## SICAKLIK NASIL ÖLÇÜLÜR?

Bazı maddeler ısıtılınca düzgün bir biçimde genleşirler. Bu özelliklerinden ötürü bu gibi mad-




Sıcaklık derecelerini termometre ile ölçeriz. Termometreler genellikle Santigrad ya da Fahrenheit derecelerine göre yapılmıştır. Yukarıda $-40^{\circ}$C ile $100^{\circ}$C (ya da $-40^{\circ}$F ile $212^{\circ}$F) arasındaki Santigrad-Fahrenheit eşdeğerlikleri görülüyor. $5^{\circ}$C'nin $9^{\circ}$F'a eşit olduğuna dikkat edin.

Akkor sıcaklığındaki çelik, külçeler içine dökülüyor. Çoğu madenler gibi, demir de ısıtılınca renk değiştirir. Önce donuk kırmızı, sonra parlak kırmızı olur. Sıcaklık daha da yükselince akkor haline gelir. Işıkla ısının gerçekten ilişkisi vardır. Çünkü her ikisi de demirin fazla enerjisini kaybetmesine yol açar. Işık da, ısı da elektromanyetik ışımanın değişik türleridir. Işık salınmış enerjinin görülebilir bir çeşididir. Isı ise duyabildiğimiz ama göremediğimiz bir ışımadır. Görülebilen tayfın kırmızı ucunun ötesinde, kızıl-ötesi denen bölgede yer alır.

delerden sıcaklık ölçmekte yararlanılır. Sıcaklık ölçmeye yarayan aygıtlara "termometre" denir. En çok kullanılan termometre "cıvalı termometre"dir. Bu termometrede cıvalı bir sütun vardır. Sıcaklık derecesini cıvanın sütundaki yükselişine, alçalışına bakarak anlarız. Bundan başka alkollü termometreler de vardır.

Termometrelerde en çok kullanılan sıcaklık dereceleri "Santigrad" ile "Fahrenheit" dereceleridir. Santigrad dereceleri ($C^o$), Fahrenheit dereceleri ise ($F^o$) simgeleriyle belirtilir. Her iki termometre de iki durağan noktaya göre ayar edilmiştir. Bu noktalar suyun donma noktası ($0^oC$ ya da $32^oF$) ile kaynama noktasıdır ($100^oC$ ya da $212^oF$).

Bir maddenin sıcaklığı, o maddenin moleküllerinin kinetik (devimsel) enerjisini gösterir. Yani moleküllerin hareket enerjisini gösterir. Yeryüzünde saptanabilen en düşük sıcaklık derecesinde moleküllerin hareketi durur. Bilim adamları bu sıcaklık derecesine "Mutlak Sıfır" derler. Mutlak sıfır $-273^oC$, ya da $-460^oF$'tır.

Isı birimi "kalori"dir. Bir gram suyun sıcaklığını $1^oC$ yükseltmek için gerekli ısı miktarına 1 kalori denir. İngiliz birim sisteminde ısı birimi B.T.U.'dur (British Thermal Unit). Türkçede bu İ.T.B. diye gösterilir. 1 İngiliz Isı Birimi 1 libre suyu 1 Fahrenheitt derecesi ısıtmak için gereken ısı miktarıdır. 1 İ.T.B. 252 kaloriye eşittir.

Her maddenin alabileceği ısı miktarı değişiktir. Bir maddenin ısı kapasitesine, o maddenin "özgül (spesifik) ısısı" denir. Özgül ısı bir cismin 1 gramının sıcaklığını $1^oC$ yükseltmek için gerekli kalori miktarıdır. Örneğin suyun özgül ısısı 1'dir.

## ERİME VE BUHARLAŞMA ISISI

Genellikle ısıtma yoluyla katı bir maddeyi sıvı hale dönüştürebiliriz. Bunun gibi, bir sıvıyı da ısıtma yoluyla gaz haline getirebiliriz. Demek ki ısı maddelerin bir halden başka bir hale dönüşmesine yol açabiliyor. Isı etkisiyle moleküller daha enerjik hale gelir ve bir süre sonra çevrelerindeki öbür moleküllerin çekiminden kurtulur. Böylece katı madde önce sıvı, sonra da gaz haline gelir. İki geçiş noktasında —erime ve kaynama noktalarında— moleküllerin çok miktarda fazladan enerjiye (ısıya) gereksinmesi vardır. Ancak büyük enerji etkisiyle eski katı ya da sıvı hallerinden çözülüp gaz haline gelebilirler. Bir maddenin birim miktarının erimesi için gerekli ısı miktarına "ergime ısısı", kaynaması için gerekli ısı miktarına ise "buharlaşma ısısı" denir.

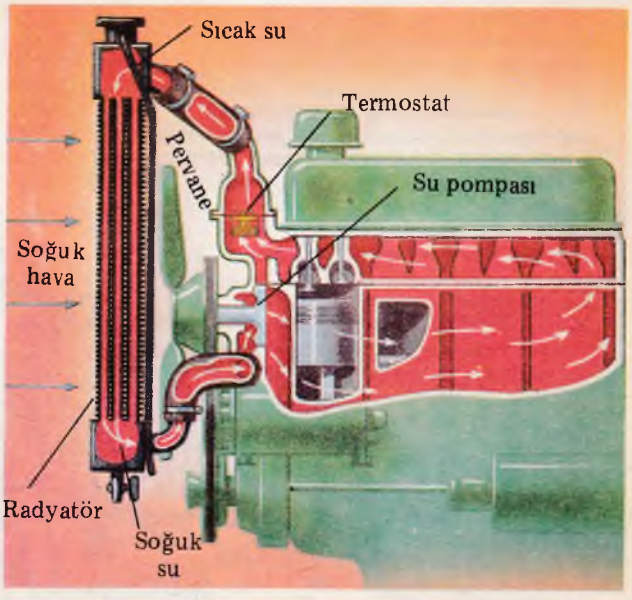
## ISI İLETİMİ

Bir maşanın bir ucunu ateşe tutarsak, çok geçmeden öbür ucunun, yani tuttuğumuz yerin de ısındığını görürüz. Isı maden boyunca yol almıştır. Isı iletiminin bu türüne "iletim" (kondüksiyon) denir. Isıtılan bir maddenin molekülleri daha hareketli hale gelir ve enerjilerinin bir kısmını yanlarındaki moleküle de geçirir. Böylece molekülden moleküle enerji iletilmiş olur. Madenler ısıyı iyi iletir. Cam elyafı, tuğla, şişe mantarı gibi maddelerse ısıyı pek az iletirler. Böyle maddelere "yalıtkan" denir.

Maddeler ısıtılınca genleşir. Katı maddeler sıvı ya da gazlardan daha az genleşir. Belirli bir sıcaklık yükselişi sonucundaki genleşme oranı her maddede başka başkadır. Çizgede birkaç maddenin genleşme oranları karşılaştırılmıştır. Invar özel bir demir-nikel alaşımıdır; genleşme oranı son derece düşüktür. Bu özelliğinden dolayı, örneğin saatlerde nazım çark yapımında kullanılır. Böylece çarkın sıcaklık derecelerindeki değişmelerden etkilenmemesi sağlanır.

Örneğin hava gibi bir gaz içinde, ya da bir sıvı içinde ise ısı "çevirim" (konveksiyon) denen bir yolla iletilir. Diyelim, bir elektrik sobasından yayılan ısı havayı ısıtıyor. Isınan hava genleşerek çevresindeki soğuk havadan daha hafif hale gelir. Hafiflediği için de yukarıya doğru yükselir. Isınıp yükselen havadan boşalan yere soğuk hava dolar. Soğuk hava da ısınarak yükselir. Bu iş böyle sürüp gider. Böylece ısı bir sıcak hava hareketiyle iletilmiş olur. Bu harekete çevirim (konveksiyon) akımı denir.

Güneş'ten yayılan ısı bize kadar erişir. Ancak uzayda ısıyı iletim ya da çevirim yoluyla iletebilecek herhangi bir madde yoktur. Bundan ötürü Güneş'in ısısı bize "ışınım" (radyasyon) yoluyla ulaşır. Isı elektromanyetik ışınımın bir çeşididir; ışık da öyle. Isı dalgalarının dalga boyu, ışığın dalga boyundan daha uzundur. Isı, görülebilen tayfın kırmızı ucunun ötesinde bir ışınımdır. Bundan dolayı da çok kez ısıya "kızılötesi ışınlar" denir



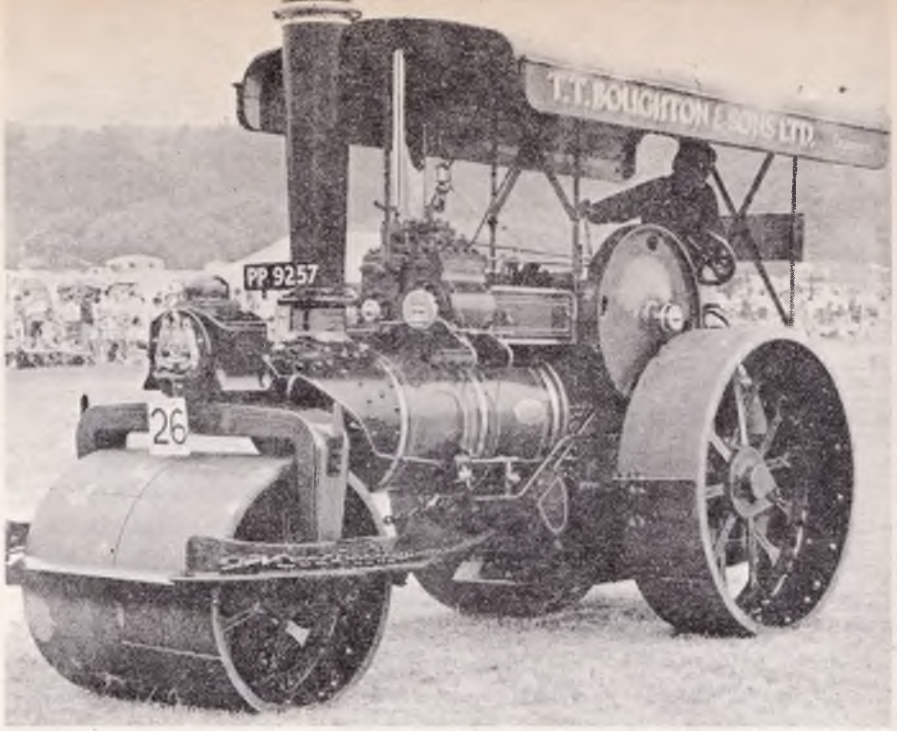

Otomobil motoru içten yanmalı bir ısı motorudur. Yakıt yakılarak elde edilen ısıyı, itme için gerekli mekanik enerjiye dönüştürür. Yanma sonucunda meydana gelen sıcaklığa dayanabilmesi için, motor bir su dolaşımıyla soğutulur. Isı motordan suya iletim (kondüksiyon), yarı pompalama yoluyla motorun tepesine gider; oradan da radyatöre geçer; iletim yoluyla sıcaklığını radyatör borularının üzerinden geçen havaya verir. Sonra yeniden dolaşıma koyulur.

# Buhar Makineleri ve Türbinler

Suyu, kaynama noktası olan 100°C (212°F)'ın üzerinde ısıtırsak buhara dönüşür. Buharlaşan her 16,39 cm.$^3$ suya karşılık 0,84 m.$^3$ buhar meydana gelir. Ağzına kadar buhar dolu kapalı bir silindiri soğutursak, buhar yoğunlaşarak gene suya dönüşür. Sıvı haldeki suyun kapladığı yer, buhar halindeki suyun kapladığı yerin 1/700'idir. Dolayısıyla buhar dolu bir kabın soğutulması sonunda, kapta bir boşluk meydana gelecektir. İşte buhar makinelerinin işlemesi bu iki kurala —genleşme ve yoğunlaşma kuralına— dayanır.

XIX. yüzyıla "büyük buhar çağı" da diyebiliriz. Buhar makineleri gerek karada, gerekse suda başlıca enerji kaynağıydı. Bugün ise durum değişmiştir. Ulaşımda da, endüstride de içten yanmalı motorlar —benzin motoru, diesel motoru, gaz türbini gibi— ile jet motorları buhar makinelerinin yerini az-çok almış bulunuyor.

İki ana tür buhar makinesi vardır. Geleneksel buhar makinesi tıpkı benzin motoru gibi, silindiri, pistonu olan bir makinedir. İçinde bir piston vardır; bu piston aşağı, yukarı hareket eder. Buhar makinesinin daha modern bir türü ise "buhar türbini"dir. Buhar türbini "dönel" bir makinedir. Pistonlu buhar makinesi bugün hemen hemen kullanılmamaktadır. Çünkü hem yetersizdir, hem de çok yakıt harcar. Ancak birkaç eski gemide bu makineler hâlâ kullanılmaktadır. Günümüze kadar kalmış olan üç-beş buharlı lokomotif de bu makinelerle çalıştırılmaktadır (Bk: Sayfa 54). Buhar türbinleri ise çok daha yeterlidir. Kendilerine sağlanan enerjinin yaklaşık % 40'ını kullanabilirler. Pistonlu buhar makinelerinden üç kat daha verimlidirler. (Benzin motorundan da iki kat daha yeterlidirler!). Bugün dünyadaki gemilerin ve elektrik üretme santrallarının çoğunda buhar türbinleri kullanılmaktadır.

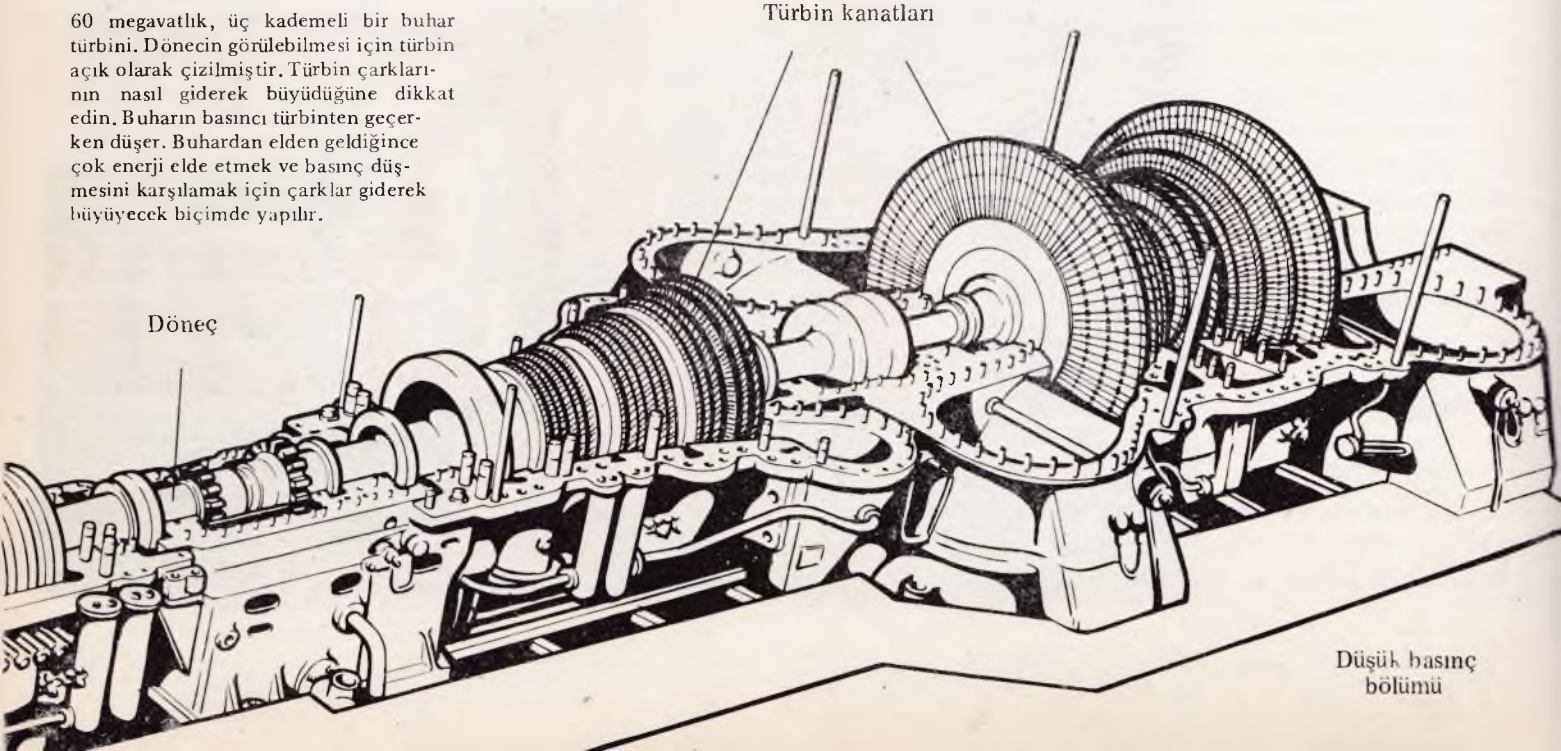



Buhar çağından kalma bir anı: Bir Fowler buharlı silindiri. İçten yanmalı motorlar ortaya çıkmadan önce ulaşımda buharlı makinelerin büyük yeri vardı. Meraklılar bu tür eski makineleri büyük bir sevgiyle toplayıp rallilerde sergiliyorlar.

## BUHAR KAZANLARI

Bütün buhar makinelerinde suyu buhara çevirebilecek yeterli bir kazan gereklidir. Modern makineler yüksek basınçla çalışır. Dolayısıyla kazanın hem yüksek basınçlı buhar üretebilecek, hem de bu yüksek basınca dayanabilecek güçte olması zorunludur. İki tür kazan vardır. Her iki tür de suyun ocaktaki ateşten çıkan sıcaklıkla elden geldiğince daha yakın ilişkide olabileceği biçimde düzenlenmiştir. "Ateş-borulu" kazanın içinden birtakım borular geçer. Ocaktan gelen sıcak gazlar bu boruların içinden geçerek ocak bacasına girer. "Su borulu" kazandaki boruların içinde ise su vardır; ocaktan çıkan sıcak gazlar bu boruların üzerinden geçer. Su borulu kazanlar daha elverişlidir ve yüksek enerjili türbinlerle birlikte kullanılır.

60 megavatlık, üç kademeli bir buhar türbini. Dönecin görülebilmesi için türbin açık olarak çizilmiştir. Türbin çarklarının nasıl giderek büyüdüğüne dikkat edin. Buharın basıncı türbinten geçerken düşer. Buhardan elden geldiğince çok enerji elde etmek ve basınç düşmesini karşılamak için çarklar giderek büyüyecek biçimde yapılır.

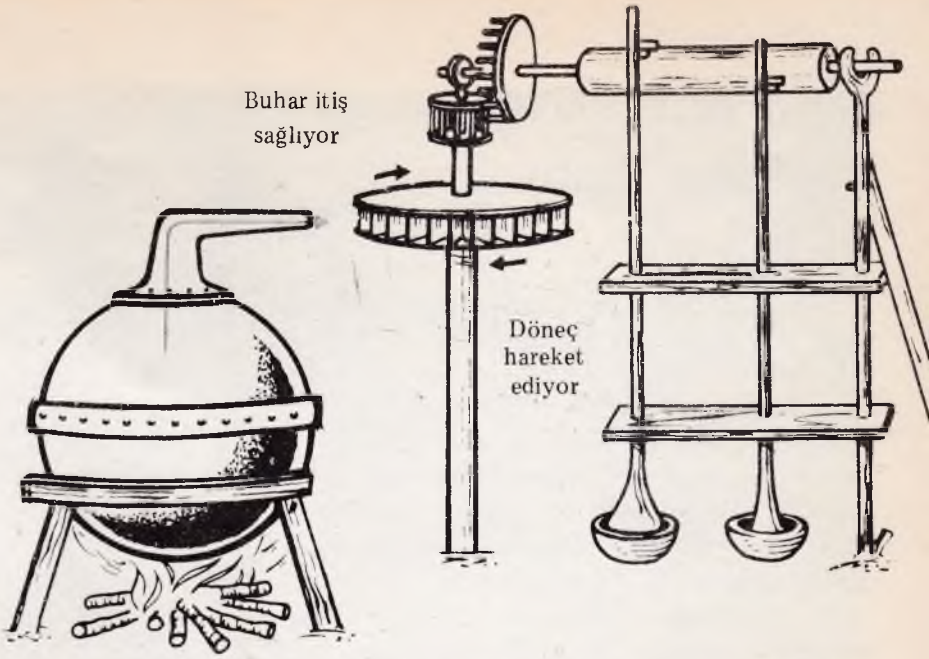


## BUHAR TÜRBİNİ

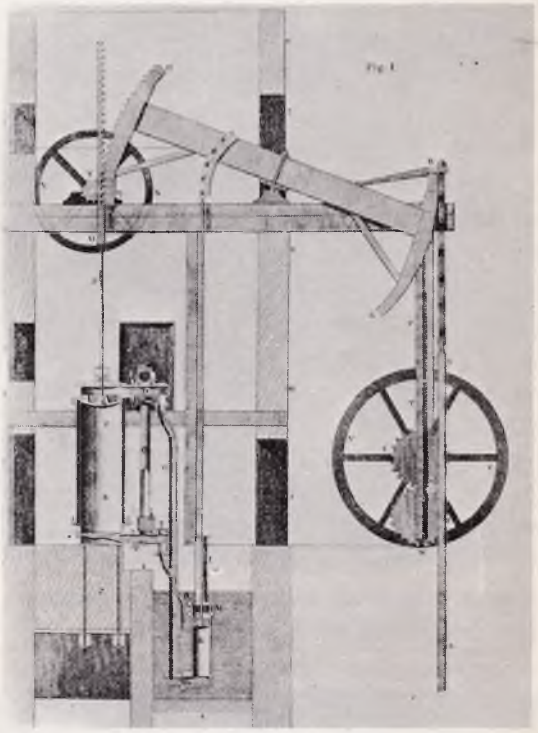
Buhar türbininin en önemli parçası büyük bir şaft (mil), ya da döneçtir. Bu döneç, silindir biçimi bir mahfazanın içinde döner. Dönecin çevresinde kıvrık kanatları olan çarklar vardır. Türbinin içinden geçen yüksek basınçlı buhar kanatları ve döneci döndürür. Mahfazanın kenarında dizi dizi kıvrık, durağan kanat vardır. Bunlar buharı en iyi açıdan döneç kanatlarına yöneltecek biçimde yapılmıştır. Bu durağan kanatlar "stator"u (duruk) meydana getirir. Türbin kanatlarının biçimi makineden makineye değişir. "İtici" (impulse) türbinde kanatlar çok kıvrıktır, üzerlerine gelen buharın basıncıyla dönerler. "Tepkili" (reaktion) türbinde kanatlar daha düz, kısadır ve daha çok tepkimeyle dönerler. Çoğu modern türbinlerde her iki tür kanat da kullanılır.

Bu çeşit türbinlerde buhar döneç boyunca yol alır. Bunlara "eksensel-akışlı" türbin denir. Bir de "radyal-akışlı" türbin vardır. Bu türbinde buhar dik açı yapacak biçimde dönece verilir. Eksensel akışlı türbin radyal akışlı türbinden daha çok kullanılır.

Durağan kanatlarla hareketli kanatların her takımına "kademe" (stage) denir. Buhar türbinleri böyle birçok kademeden meydana gelmiştir. Buharın genleşme özelliğinden tam yararlanabilmek için, her kademenin çapı bir önceki kademenin çapından biraz daha büyükçedir. Buhar türbinden geçerken basıncı azalır. Kimi türbinler ayrı ayrı bölümlerden meydana gelmiştir: yüksek basınçlı, orta basınçlı, düşük basınçlı bölümler gibi. Bu tür bir düzenleme daha iyi verim sağlar. Düşük basınçlı kademelerden çıkan buhar, soğuk suyla soğutulmuş bir kondensatörden geçer. Meydana gelen boşluk, buharın türbinden geçmesine yardım eder.




Bugün bildiğimiz haliyle buharlı türbini 1890'larda geliştiren Charles Parsons'dur. Ancak, Parsons'dan çok önce, 1629 yılında Giovanni Branca adında bir İtalyan mimarı da ilgiçekici bir buharlı türbin yapmıştır. Yukarıdaki resimde Branca'nın türbininin nasıl çalıştığı görülüyor.



Watt'ın buhar makinelerinden birinin çizgesi. Newcomen'in daha önce yapmış olduğu yetersiz buhar makinesinin tersine, bu makinede buharı yoğunlaştırmak için ayrı bir kondansatör vardır. Bu sayede makinenin ana silindirinin sürekli sıcak kalması sağlanır. Silindirin içinde bir aşağı, bir yukarı hareket eden piston, sallanan bir kolla ve bir dişli çark düzeniyle sağdaki çarka bağlıdır.

---

### BUHAR MAKİNESİNİN GELİŞMESİ

İngiliz donanmasında kaptanlık yapan Thomas Savery (1650-1715) buhar gücüyle işleyen ilk buhar makinelerinden birini yaptı. Bu, hiçbir hareketli parçası olmayan basit bir pompaydı. Yalnız valfları vardı. Savery yoğunlaşan buharın doğurduğu emmeyi, kuyulardan, maden ocaklarından su çekmekte kullandı.

Derken Thomas Newcomen adında bir hırdavatçı, gene maden ocaklarında kullanılmak üzere, buharla çalışan başka bir pompa icat etti. Bu pompada silindir içinde hareket eden bir de piston vardı. Piston kolundan çıkan bir zincir, sallanan bir kola ulaşıyor ve su pompasının koluna bağlanıyordu. Bu kol çok ağırdı. Silindire buhar verilince, su pompasının kolu sallanan kolu yukarı çekiyordu. Buhar soğuk su fışkırtılarak yoğunlaştırılıyor, böylece de silindirin içinde kısmi bir boşluk meydana geliyordu. Havanın basıncı pistonu silindirin dibine itiyordu. Sonra yeniden buhar veriliyor, aynı işlemler tekrarlanıyordu.

Newcomen'ın makinesi son derece yetersizdi. Makinenin en büyük sakıncası, silindirin bir ısıtılıp bir soğutulmak zorunda olmasıydı. İçeri verilen buharın her seferinde silindiri yeniden ısıtması gerekiyordu. Bu sorunu ilk fark eden, "buhar makinesinin babası" diye anılan James Watt (1736-1819) oldu. Bir çözüm yolu arayan Watt, sonunda buharı ayrı bir kondansatörde yoğunlaştırmaya karar verdi. Bu kondansatör bir valf aracılığıyla silindire bağlanmıştı ve sürekli sıcak kalabiliyordu. Bu buluşuyla Watt buhar makinesinin verimli çalışmasını sağladı.

James Watt

Watt ilk tam büyüklükteki buhar makinesini 1769'da yaptı. Bundan oniki yıl sonra da pistonun her vuruşunda enerji üreten bir buhar makinesi geliştirdi. Buhar pistonun bir altından, bir üstünden veriliyordu. Bugünkü pistonlu buhar makinelerinde de bu "çifte-hareket" ilkesinden yararlanılır. Watt aynı zamanda farklı çaplarda dişli çarklar da geliştirdi. Bu sayede buhar makinesi dönel enerji sağlayabilecek duruma geldi. Watt bundan sonra "düzengeç"i icat etti. Düzengeç makinenin değişmez bir hızla sürekli çalışmasını sağlayan otomatik bir düzendir. Watt'ın düzengeçinde dönen toplar vardı.

Bir süre sonra Watt Birmingham'lı başarılı bir endüstrici olan Matthew Boulton'la işbirliği yapmaya başladı. Watt'ın kullanışlı buhar makineleri yapabilmek için usta işçilere gereksinmesi vardı. Bu işçilerle gerekli kolaylıkları ona Boulton sağladı. 1780'lerde Boulton ve Watt'ın Soho'daki (Birmingham) ünlü işyerinde yaptırdıkları buhar makineleri birçok ülkelere satıldı. Ne tuhaftır ki Watt gibi parlak bir mühendis buhar makinelerinde yüksek basınçlı buhar kullanmanın yararlarını küçümsemiştir. Ancak 1800'lerin başlarında Richard Trevick yüksek basınçla çalışan ilk buhar makinesini yapmıştır.

# Kömür ve Kömürden Elde Edilen Gazlar

Yüz maskesi takımış bir kömür madeni işçisi. Bu maske madencilerin yeraltındaki tozlu ortamda kolayca solunmalarını sağlar. Madencinin başındaki miğferle lamba bir kordonla madencinin belindeki bir bataryaya bağlıdır.

KÖMÜR

Kömür yüzyıllarca insanoğlunun en önemli yakıtı oldu. Bugün eski önemini yitirmişse de, hâlâ önemlidir. Başka yakıtlar —özellikle de petrol ile doğal gaz— giderek kömürün yerini almaktadır. Bununla birlikte, gerek evlerin ısıtılmasında, gerekse elektrik santrallarında elektrik üretmekte hâlâ kömürden geniş ölçüde yararlanılmaktadır. Kömürden havagazı, kok kömürü de yapılır. Havagazının kullanım alanlarını hepimiz biliriz. Kok kömürü ise maden eritme fırınlarında, daha birçok yerlerde kullanılır. Bunun yanısıra, kömürden kimya endüstrisinde çok kullanılan birçok değerli hammadde de elde edilir. Ama bu alanda da petrol ile doğal gaz kömürün yerini almaktadır.

Tıpkı öbür madenler gibi, kömürü de topraktan çıkarırız (Bk: Sayfa 128). Kömür yatakları toprağın üzerinde olabileceği gibi, hemen altında, yüzeye yakın ya da çok derinde olabilir. Madencilik yöntemleri en çok kömür madenciliğinde geliştirilmiştir. Bugün kömür, kömür yataklarından makinelerle sürekli çıkarılabiliyor.

Genellikle kömürü maden sayarız. Ama kömürle, örneğin demir cevheri arasında büyük fark vardır. Demir cevheri kökeni bakımından inorganiktir; yeryüzü kabuğunun içinde inorganik, yani canlı olmayan maddelerden meydana gelmiştir. Kömür ise kökeni bakımından organiktir; bir zamanlar yeryüzünde yaşamış olan bitkilerin değişimi sonucunda oluşmuştur. Bileşiminde en çok karbon vardır. Karbon oranı kömürün cinsine göre değişir.

Maden ocaklarında kömürün çoğu yüzeyden çıkarılır. Böyle toprak yüzeyindeki madenlerde kömür damarları yüzeyin birkaç metre altındadır. Büyük ekskavatörlerle kömür damarının üzerindeki pislikler temizlenir (aşağıda). Sonra motorlu kürekler harekete geçerek kömürü kamyonlara yükler.

Bugün kullandığımız kömürlerin çoğu Dünya tarihindeki çağlardan biri olan Karbon Çağı'nda yaşamış bitkilerin artıklarıdır. Karbon Çağı zamanımızdan 350 milyon yıl kadar önce başlamış, 280 milyon yıl kadar önce sona ermiştir. Bu çağ boyunca Dünya'nın her yeri bataklıklarla kaplıydı. Bu bataklıklarda yetişen dev eğreltiotları ile başka ağaçlar zamanla ölüp bataklığın içine devrildi. Bakteriler bu ölü bitkisel maddelerin çürümesine yol açtı. Çürüyüp ayrışmakta olan bitkisel maddeler zamanla çamur ve kille örtüldü. Sonra yeni bitkiler yetişip öldü, çürüdü, bu iş böyle sürüp gitti. Böylece kimi yerlerde çamur ve kil tortularının arasında kalmış kat kat çürümüş bitki tabakaları meydana geldi. Zamanla yeryüzü kabuğu çeşitli kıvrılmalara uğradı. Isı ve basınç bu tortuları kayaya dönüştürdü. Öte yandan, çürümüş bitki artıkları da içlerindeki suyu kaybederek kömür haline geldi.

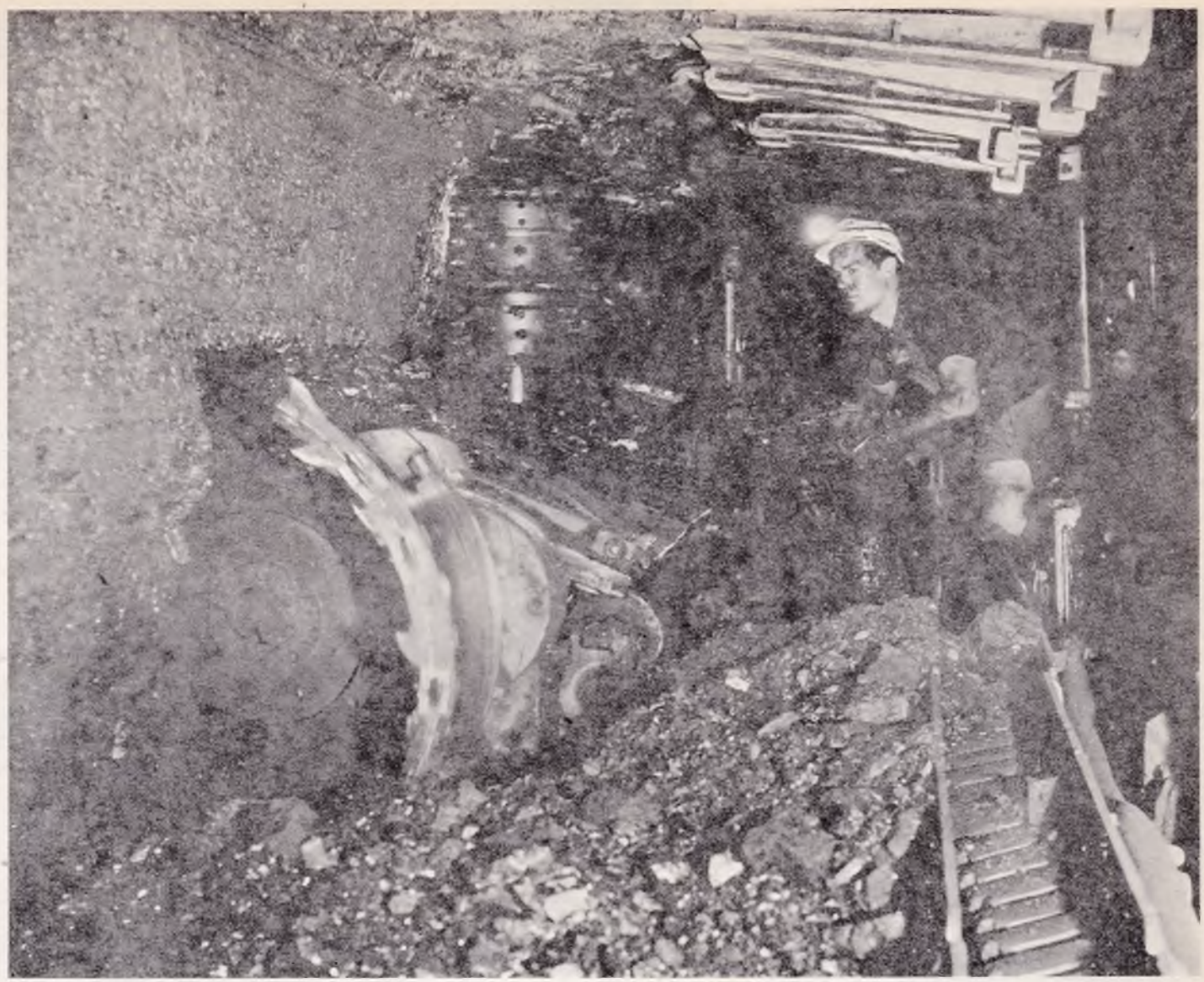
Ne var ki bütün bitki artıklarına isabet eden ısı ve basınç miktarı aynı değildi. İşte bu yüzden, meydana gelen kömürler de çeşitli oldu. Şimdi kömür çeşitlerini kısaca gözden geçirelim. "Turba" ya da "yer kömürü" gerçekte kömür sayılamazsa da, kömür oluşumunun ilk çürüme evresini temsil eder. "Linyit" ya da "esmer madenkömürü" ise kömür oluşumunun daha ileri bir evresidir. Linyitin bileşiminde turbadan daha az su vardır; karbon oranı da turbadan biraz daha yüksektir. Bundan sonra "adi madenkömürü" ya da "yumuşak kömür" gelir. En çok rastlanan kömür türü budur. Bileşiminde çok miktarda karbon, az su vardır. Kömür oluşumunun son ürünü ise "antrasit", ya da "sert kömür"dür. Antrasitin onda dokuzu karbondur, bileşiminde hemen hiç su yoktur.

HAVAGAZI

Kömür havası boşaltılmış bir kabın içinde, havayla temas etmeyecek biçimde ısıtılırsa, hemen yanan bir gazlar karışımı meydana gelir. Bu arada başka maddelerin buharları, katran ve kok kömürü de oluşur. Bu işleme kömürün "ayırıcı damıtılması" denir. Damıtma sonunda ortaya çıkan maddelerin tümü çok yararlıdır. Özellikle havagazı gerek endüstride, gerekse evlerimizde çok kullandığımız değerli bir yakıttır.

Havagazı bir gazlar karışımıdır. Bileşiminde en çok hidrojenle metan, biraz da karbon monoksit ile etilen bulunur. Bu gazların hepsi yanıcı gazlardır. Ancak havagazının içinde çok az miktarda yanmayan gazlar da vardır; karbon dioksit, nitrojen, oksijen, amonyak, hidrojen sülfit gibi.

Kömür çok büyük "imbikler" içinde damıtılır. Meydana gelen gaz, imbikten birtakım borular, soğutucular ya da yoğunlaştırıcılar aracılı-



ğıyla geçirilir. Damıtma sırasında kömür, katranının çoğunu kaybeder. Borularla yoğunlaştırıcıların içinde de amonyak ayrışır. Geriye kalan gaz "egzost" adı verilen bir pompa ile "temizleyiciler"e gönderilir. Burada gaz suyla yıkanarak içindeki bütün amonyaktan temizlenir. Amonyak suda çözülür. Daha sonra "arıtıcılar"a giden gaz, hidrojen sülfitten arındıktan sonra "gazometre"ye (gazölçer) gönderilir. Gazometre büyük, silindir biçimi bir tanktır; suyun üzerinde gaz depo eder. İçinde nekadar çok gaz varsa, suyun üstünde birikir. Havagazı depolarında ve tesisatlarında çok kullanılır.

Evlerde ısıtma ve aydınlatma aracı olarak kullanılan havagazının içine, ısıtma değerini artırmak amacıyla, genellikle "su gazı", (hidrojen ve karbon monoksit karışımı bir gaz) katılır. Bu karışıma çok kez "şehir gazı" denir. Su gazı akkor haline gelmiş kok kömürü üzerinden buhar üfürülerek elde edilir.

Havagazı yapılırken elde edilen yan ürünlerin tümü kimya endüstrisi için değerli maddelerdir. Kok kömürü yakıt olarak kullanılır; örneğin demir cevheri eritilirken bu yakıttan yararlanılır.

Yukarıda: Bugün elde edilen kömürün çoğu güçlü makinelerle yeraltından çıkarılmaktadır. Resimde bu amaçla kullanılan bir "kuyu delme burgusu" görülüyor.

Aşağıda: Yeraltındaki kömür madeni toprak yüzeyindeki bir denetim merkezinden sürekli denetlenir. Kömür ocaklarında hiçbir şey talihe bırakılamaz.

# Petrol ve Doğal Gaz

PETROL

Petrol en önemli yakıtımız haline gelmiştir. Aynı zamanda değerine paha biçilmez bir hammaddedir. A.B.D., Rusya, Güney Amerika, Orta Doğu ve daha birçok yerdeki muazzam petrol alanlarından yılda bin milyon ton dolaylarında petrol çıkarılmaktadır. Bu miktar 8.000 milyon varile eşittir ve bize çok gibi görünebilir. Ama petrolden elde ettiğimiz çeşit çeşit ürünleri düşünürseniz, gerçekte çok olmadığını anlarsınız. Petrol kelimesi latinceden gelmedir ve "taş yağı" anlamına gelir (petra = taş, oleum = yağ).

Petrolden elde edilen ürünlerin başında, çoğu motorlarda kullandığımız yakıtlar gelir: otomobil motorlarında benzin; ağır kamyonların, lokomotiflerin, gemilerin diesel motorlarında diesel yağı; jet uçaklarının, roketlerin, füzelerin, endüstride kullanılan gaz türbinlerinin motorlarında ve evlerimizde gazyağı kullanırız.

Ne var ki petrol salt yakıt olmaktan da öte bir şeydir; bir hammadde deposudur. Kimya endüstrisi petrolün içindeki bu hammaddeleri türlü işlemlerden geçirerek binlerce yararlı ürün elde eder; plastikler, sentetik kauçuk, temizleme sıvıları ve daha birçok eritici, yapay lifler, patlayıcı maddeler gibi.

Günümüzde petrol birçok nedenlerden ötürü kömürün yerini almış durumdadır. Bir kere kullanışı bakımından kömürden çok daha kolay kullanıldığı gibi, çok daha da temizdir. Daha kolay depolanabilir ve taşınabilir; üstelik daha az yer kaplar. Bir kilo petrolle bir kilo kömürün ısıtma değerini ölçüştürecek olursak, petrolün ısıtma gücü kömürünkinin bir buçuk katıdır. Ayrıca petrol topraktan çıkarıldığı haliyle koyu kahverengi ya da siyah (kimi vakit hafif yeşile de çalabilir) pekmez kıvamında bir sıvıdır. Bileşiminin çoğunu çeşitli "hidrokarbonlar" oluşturur. Bunlar içinde yalnız hidrojen ve karbon bulunan bileşiklerdir. İşlenmemiş ham petrol pek işe yaramaz. Önce işlenmesi, daha yararlı kısımlara ayrılması gerekir. Bu iş çeşitli arıtma işlemleriyle yapılır (Bk: Sayfa 79).

DOĞAL GAZ

Doğal gaz bir yanabilir gazlar karışımıdır. Son zamanlarda petrol gibi, doğal gaz da önemli bir yakıt olmuştur. Doğal gaz ya olduğu gibi kullanılır, ya da kömürden ya da petrolden çıkarılan gazlarla karıştırılır. Tıpkı petrol gibi, doğal gaz da kimya endüstrisinde bir hammadde kaynağı olarak kullanılır.

Yukarıda: Petrolcüler patlayıcı maddeler patlatarak meydana gelen sarsıntıları sismografa kaydederler. Sismik haritaların petrol araştırmalarında büyük önemi vardır.

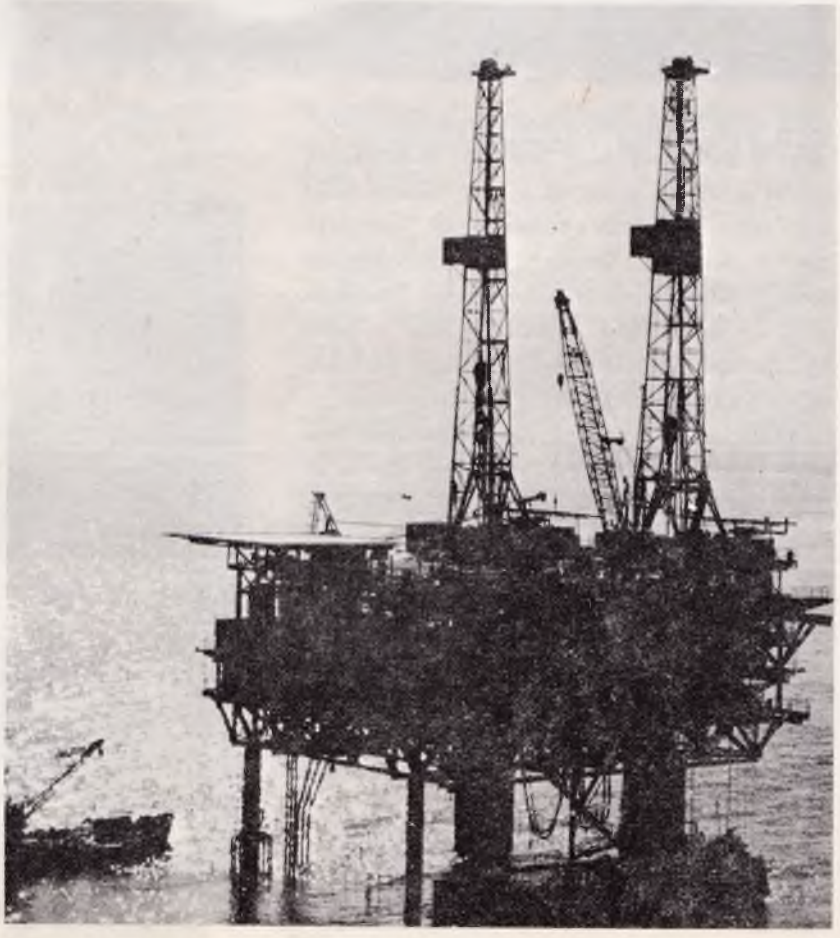
Aşağıda: Denizde petrol aramaya yarayan bir sondaj iskelesi. İskelenin ayakları deniz yatağına indirilmiş, böylece sabit bir sondaj platformu elde edilmiştir.

Dünyanın en çok doğal gaz üreten ülkeleri Amerika Birleşik Devletleri ile Rusya'dır. Ayrıca Kanada'da, Kuzey Afrika'da ve Orta Doğu'da da büyük doğal gaz alanları vardır. Avrupa'da en çok doğal gaz çıkan ülkeler İtalya ile Fransa'dır. Kuzey Denizi'nde, İngiltere ve Hollanda kıyılarında da doğal gaz çıkar.

Petrol gibi, doğal gaz da hidrokarbonlardan meydana gelmiştir. Hidrokarbonlar metan, etan, propan, bütandır. Propan ile bütan genellikle doğal gazdan ayrılarak ayrı bir yakıt olarak kullanılır. Bu iki hidrokarbon sıvılaştırma yoluyla doğal gazdan ayrılır. Hafif bir basınç altında hemen sıvılaştıkları için, bunlara sıvı-petrol gazları ya da LPG adı verilir. Sıvı hale gelmiş bütanla propan ya ayrı ayrı, ya da birlikte kullanılır. Sıvı oldukları için kolayca taşınabilir, bu özellikleri dolayısıyla karavanlarda, gemilerde, ırak çiftliklerde, vb. kullanılırlar.

PETROL ARAŞTIRMALARI

Petrol da doğal gaz da günümüzden milyonlarca yıl önce meydana gelmiştir (besbelli bugün de oluşagelmektedir). Sığ sularda yaşayan küçük bitkilerle hayvanlar ölünce suyun dibine battılar. Suyun içindeki bazı bakteriler bu bitki ve hayvan ölülelerinin çürümesine yol açtı. Çürüme sonunda koyu renkli, kaygan, sulu bir çamur oluştu. Denizin, akarsuların taşıdığı çamur ve tortu tabakaları zamanla bu kaygan çamurun üzerine birikti. Yeryüzü kabuğunun sıcaklığıyla, basıncı zamanla



tortu tabakalarını taşa, hayvan ve bitki çürüklerinden oluşmuş kaygan çamuru da petrole ve doğal gaza dönüştürdü.

Gözenekli kayalar sızdırmaya elverişli olduğu için, meydana gelen petrol ile doğal gaz, sert kaya tabakalarına rastlayıncaya kadar bunların arasından sızdı. Sert kayalara gelince sızıntı durdu. Petrol kaya tabakalarının kıvrımları üzerinde birikmeye başladı. Bu birikim daha çok, gözeneksiz sert kayaların gözenekli petrol sızdıran kayaları kestiği yerlerde, ya da toprağın derinliklerindeki katmanlardan dışarı fırlamış tuz tepeciklerinin eteklerinde oldu.

Bugün petrol araştırmalarının yapıldığı alanlarda toprağın altında petrol bulunup bulunmadığına dair hiçbir belirti görülmez. Ne var ki araştırmacılar hangi kaya oluşumunda petrol bulunabileceğini deneyleriyle kestirebilirler. Örneğin, özel biçimdeki kaya kıvrımlarında, volkanik yer çatlaklarında (faylarda) ve tuz tepeleri yakınında petrol bulunması olasılığı vardır. Araştırıcılar toprak yüzeyindeki özelliklere bakarak, toprağın altında ne çeşit katmanların bulunduğunu az-çok anlayabilirler. Ancak kendi gözlemlerinden çok, bu iş için yapılmış özel aygıtlara bakarak araştırmaya girişirler.

Bu aygıtların başında yerçekimini ölçmeye yarayan bir aygıt gelir. Yerçekimindeki değişiklikler kaya oluşumlarının yapısı üzerinde bir ipucu verebilir. "Manyetometre" Dünya'nın manyetizmasındaki değişiklikleri kaydeder. Bu da kaya katmanları üzerinde araştırmacılara fikir verebilir. Ne var ki araştırıcının en önemli, en yararlı aygıtı "sismograf"tır. Bu aygıt yeryüzündeki titreşimleri, sarsıntıları ölçmeye yarar. Petrol araştırıcısı önce toprakta birtakım patlamalar meydana getirir. Patlama merkezinden başlayarak çeşitli yerlere yerleştirmiş olduğu sismograflar patlamanın yol açtığı sarsıntı dalgalarını kaydeder. Patlama merkezinden yayılan sarsıntı dalgaları kaya katmanlarına rastlayınca, gerisin geri yansır. Sismograflar bu yansımış sarsıntı dalgalarını kaydeder. Bu kayıtlara bakılarak kaya oluşumlarının biçimi, bir dereceye kadar da yapısı anlaşılabilir.

## SONDAJ

Petrol ve doğal gaz aramak için sondaj yapan araştırıcılar zorlu, çok kez de tehlikeli bir hayat sürerler. Bakarsınız bir yıl Alaska'da, sıfırın altındaki derecelerde çalışmak zorunda kalırlar. Ertesi yıl Basra Körfezi'nde yorucu nemli havaya, kavurucu, acımasız sıcağa göğüs germeye çalışırlar.

Sondajcının ilk işi sondaj iskelesini kurmaktır. Bu iskele petrol kuyusu açmakta kullanılan makine takımını tutmaya yarar. Sondaj iskelesi çelik bir iskelettir, elektrik pilonlarına benzer. Araştırma amacıyla açılan kuyuya girip çıkan uzun sondaj borularını kaldırmaya yarayan palanga ve makara sistemlerini tutar. İşlemesi için gerekli enerjiyi herhangi türden bir motordan (genellikle diesel motoru kullanılır) alır.

En çok kullanılan sondaj yöntemi, "dönel" sondajdır. Uzun bir borunun ucundaki "sondaj burgusu" toprağı delecek biçimde döndürülür. Burgu özel olarak sertleştirilmiş çelikten yapılmıştır; tahtayı ya da madeni delmekte kullanılan sıradan burgulara hiç benzemez. Petrol sondaj burgusu birçok dişli çarktan meydana gelmiştir. Bağlı oldukları boru döndürülünce, bu dişli çarklar da dönerek önlerindeki sert kayaları öğütür. Yumuşak toprakta daha değişik bir burgu kullanılır. Burgu, sondaj borusunun gövdesine bir burgu eklemiyle bağlanmıştır. Buna "halka" ya da "tasma" denir.

Sondaj ya da delme borusu, birbirine vidalanmış, içi boş çelik borulardan meydana gelmiştir. En üstteki boru kelli denen kare ya da altıgen biçimi bir boruyla bağlantılıdır. Sondaj iskelesinin tabanındaki bir dönen tabla, "kelli"yi döndürür. Aynı ânda sondaj borusu ile burgu da döner. Kelli'nin tepesi döner tablanın düzeyine inince, sondaj iskelesinin üzerindeki palanga kelli'yi yukarı çeker. Sondaj borusuna yeni bir boru eklenir, kelli yerine yerleştirilir ve sondaja devam edilir. Sondaj borusunun geçtiği delik genellikle çelik bir mahfazayla astarlanır.

Sondaj sırasında sondaj borusundan aşağıya çok sulu bir çamur verilir. Bu sulu çamur burgunun parçaladığı kaya parçalarını yıkayıp temizler, sonra gene delikten toprak yüzeyine döner. Çamurlu su aynı zamanda burgunun soğumasını ve yağlanmasını da sağlar.

Sondaj ekibi talihliyse, petrole rastlar. Hemen sondaj borusunu getirip işe koyulurlar. Kimi petrol kuyularında toprağın derinliklerindeki petrolün altındaki su ya da üzerindeki gaz, petrolü toprak yüzeyine fışkırtacak kadar basınç sağlar. Böyle durumlarda petrolcüler petrol kuyusunun tepesine valflar takarak fışkıran petrolü ya da doğal gazı denetim altına alırlar. Bu valflar sistemine çok kez "Noel ağacı" denir. Çünkü gerçekten de sistem bir Noel ağacını andırır. Kimi kuyularda ise petrolü toprak yüzeyine fışkırtacak kadar basınç bulunmaz. O zaman da petrolün pompalanarak yüzeye çıkarılması gerekir.

Açık denizlerde petrol sondajı elbet daha da zordur. Sondaj ekibi sıradan sorunların yanısıra rüzgârla, dalgalarla, fırtınalarla, hattâ kimi vakit kasırgalarla savaşmak zorundadır. Denizde petrol aranırken en çok kullanılan yöntemlerden biri, suyun üzerine büyük bir platform indirmektir. Bu platform hem sal, hem de sondaj alanı işi görür. Saldan deniz yatağına çelik kollar indirilir. Çok derin olmayan Kuzey Denizi'ndeki doğal gaz araştırmalarında bu yöntem uygulanmaktadır.

Dünya petrol yataklarının çoğu Orta Doğuda, özellikle de çöl bölgelerindedir. Aşağıda, döşenecek yeni bir boru hattının haritasını hazırlayan mesahacılar görülüyor.

Yukarıdaki fotoğraf modern bir heykel değil, bir petrol rafinerisidir. Damıtma ve ham petrolün çeşitli ürünlere ayrılması işlemi gördüğünüz yüksek kulelerde yapılır.

Solda: Çölde kurulmuş bir sondaj kulesi. 30 m. yükseklikteki iskele sondaj borularını kaldırmaya yarar. Burgu toprağın derinliklerine doğru indikçe, sondaj borusunun yukarıdaki ucuna yeni borular eklenir. Burguyu değiştirmek gerekince, bütün sondaj borusunun çekilip sökülmesi zorunludur.

Sağda: Sondaj kulesinin tabanı. Ustalar topraktan sondaj borusunu çıkarıyorlar. En öndeki adam boruları kaldıran makineyi denetliyor.

Aşağıda: Bir petrol rafinerisinin gece görünümü tuhaf ama çekicidir. Rafineri sanki pusudadır, için için işler. Motor homurtuları, şalter gürültüleri duyulur; valflar açılır, kapanır. Bütün bunlar insan eli değmeden yapılıyor izlenimi bırakır. Gerçekten de öyle sayılır; çünkü petrol rafinerilerinin hemen her yeri otomatiktir.

PETROLÜN VE DOĞAL GAZIN TAŞINMASI

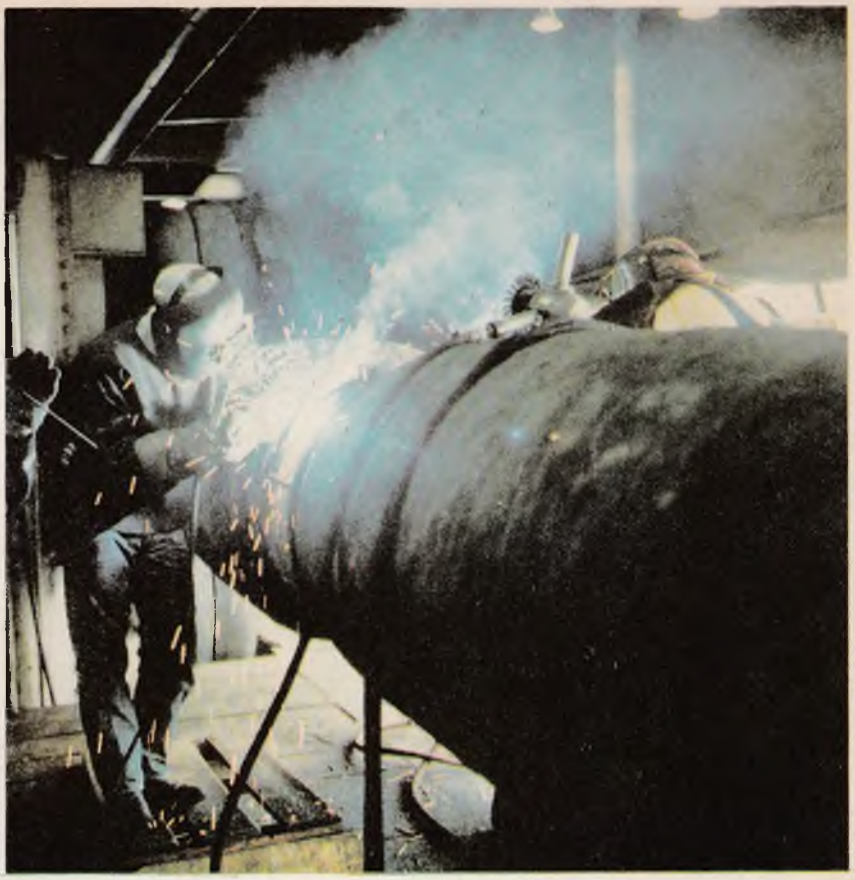
Kuyulardan çıkarılan petrol ile doğal gaz, işlenmek ve arıtılmak üzere kimi vakit kilometrelerce uzaktaki rafinerilere (arıtımevlerine) taşınır. Uygulanacak taşıma yöntemi petrol alanının pazarlama yerine uzaklığına göre değişir. Ancak, genellikle petrol boru hatları ve tankerlerden yararlanılır.

Dünyanın en uzun yeraltı boru hattı Amerika Birleşik Devletleri'ndedir. Bu boru hattı sistemiyle ülkenin her yerine doğal gaz ve petrol taşınır. Rusya'da ve Orta Doğu'da da doğal gaz petrol taşıyan uzun boru hattı sistemleri vardır. Orta Doğu'da çıkarılan petrol "tanker" denen özel gemilerle Avrupa'ya taşınır.

PETROLÜN ARITILMASI

Bir petrol rafinerisinde ya da arıtımevinde siyah renkli ham petrol işlenerek benzinden parafine kadar, çeşit çeşit yararlı ürün elde edilir. Az önce de belirttiğimiz gibi, petrol değişik bir hidrokarbonlar karışımıdır. Bu hidrokarbonların hepsinin ayrı ayrı kaynama noktaları vardır. Bu sayede, hidrokarbonlar "damıtma" yoluyla birbirinden kolayca ayrılabilir. Ham petrolü ağır ağır ısıtırsak, petrolün içindeki kaynama noktası düşük hidrokarbonlar, örneğin benzin ötekilerden önce buharlaşır. Sıcak arttıkça, kaynama noktası daha yüksek hidrokarbonlar buharlaşmaya başlar; gazyağı ve mazot gibi. Son olarak da ağır akaryakıtlar ve kalın yağlayıcılar kaynayıp buharlaşır. Rafinerilerde ham petrol imbiklerde buharlaşır. İmbikten çıkan buhar "damıtma kulesine" giderek damıtılır. Damıtma sonunda ağır yağlar ötekilerden ayrılarak kulenin en alt düzeyinde birikir; benzin ise kulenin en üstünde toplanır. Damıtma sonunda elde edilen çeşitli petrol ürünleri basit bileşikler değil, hâlâ çeşitli hidrokarbonların karışımlarıdır. Yalnız kaynama noktaları birbirinden biraz değişiktir, okadar. En çok elde edilmek istenen petrol ürünü benzindir. Oysa ham petrolden ancak belirli oranda benzin elde edilebilir. Modern rafinelerde en büyük amaç, işlenen ham petrolden daha çok oranda benzin ve kaynama noktası düşük öbür hidrokarbonları elde edebilmektir. Çünkü en değerli petrol ürünleri bunlardır. Bu amaçla yapılan işlemlerin başında "kraking" denilen işlem gelir. Damıtma kulesindeki ağır hidrokarbonlar basınç altında ısıtılınca parçalanarak daha hafif hidrokarbonlara dönüşür. Bu yönteme "termal (ısıl) kraking" adı verilir. Bir de "kimyasal kraking" yöntemi vardır. Bu yöntemde ağır hidrokarbonlar bir "katalizör" yardımıyla parçalanır. (Katalizörler, kendileri kimyasal bir değişime uğramadan, kimyasal reaksiyonu hızlandıran maddelerdir).

Kraking sonunda yalnız sıvı halde değil, gaz halinde ürünler de elde edilir. "Polimerizasyon" denilen bir işlemle bu gazlar daha değerli ürünlere, örneğin benzine dönüştürülebilir. Gerçekte polimerizasyon kraking'in tam tersidir ve küçük moleküllerin daha büyük moleküller haline gelmesini sağlar (Bk: Sayfa 38). Bunlardan başka daha birçok rafineri işlemi vardır; reform, hidroform, alkilasyon gibi. Bütün bu işlemlerden amaç, az değerli ham petrol ürülerini daha değerli ürünler haline getirmektir.



Yukarıda: Doğal gaz taşıyacak bir boru hattına kaynak yapılıyor. Doğal gaz ve petrol alanlarında boru hatlarından çok yararlanılır. Hammaddeler kuyulardan rafinerilere boru hatlarıyla ya da tankerlerle taşınır. A.B.D. gibi sayısız doğal gaz ve petrol kaynakları olan ülkelerde tankerler çok kullanılır.

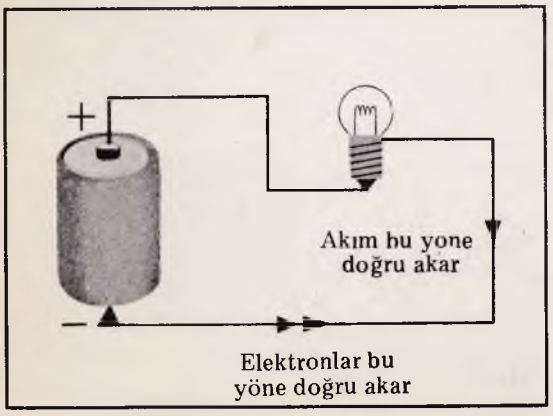
Sağda: Irak'taki bir petrol alanında doğal gaz yakılıyor. Kimi petrol alanlarında doğal gaz çıkarsa da, ekonomik olarak kullanılamayacak kadar azdır. Bu gibi durumlarda doğal gaz ham petrolden ayrıldıktan sonra kuyunun ağzında yakılır.

# Elektrik ve Manyetizma

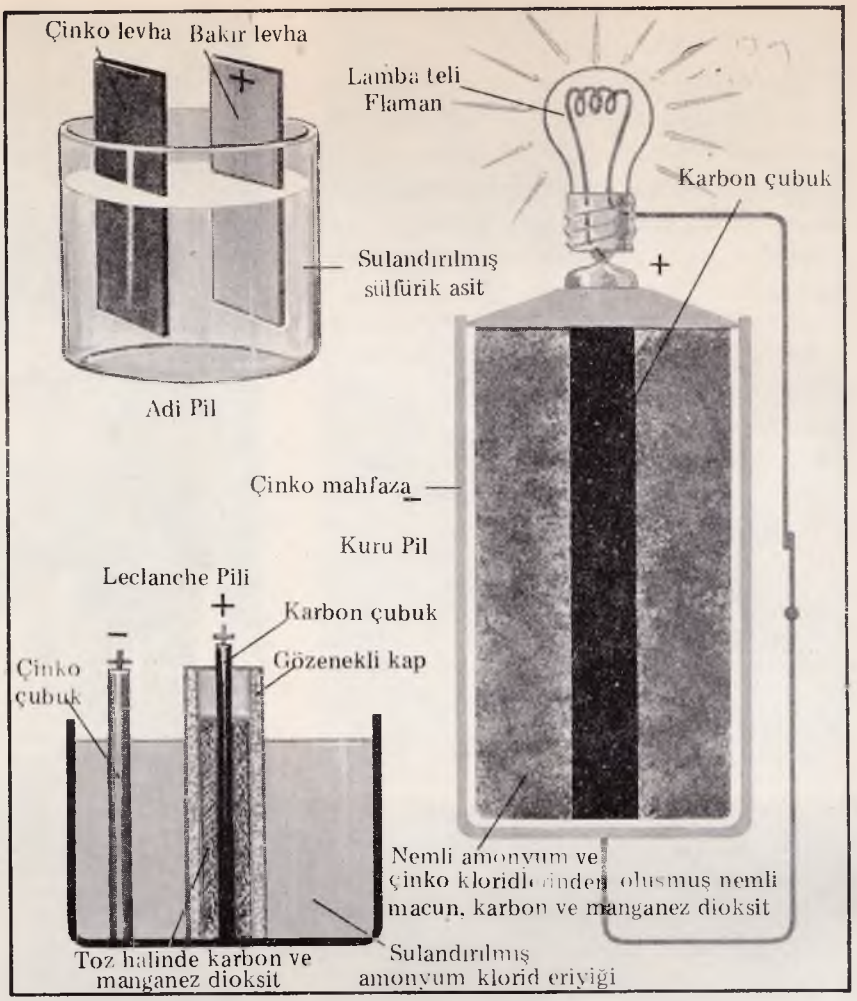
Elektrik santralında üretilen elektrik bakır teller aracılığıyla evlerimize dağıtılır. Bakır teller "elektrik devresi"nin bir bölümünü oluşturur. Biz düğmeye basınca devre kapanır, elektrik akımı başlar. Düğmeye yeniden basarsak devre açılır, akım durur. Devre içindeki elektrik akışına "akım" denir. Evet ama, akım nedir? Bu soruya karşılık vermek için önce bütün maddeleri oluşturan minik atomların yapısına bir göz atmamız yerinde olur.

Atomlar proton ve nötron denen küçücük zerreciklerden oluşmuş bir çekirdekten ve bu çekirdeğin çevresinde dönen daha da küçük parçacıklardan, yani elektronlardan meydana gelmiştir (Bk: Sayfa 26). Elektronlar eksi (negatif) elektrik yüklüdür. Protonlar da eşit değerde ama ters işaretli, yani artı (pozitif) elektrik yüklüdür. Normal olarak çekirdekteki protonlarla elektronların sayısı birbirine eşittir. Dolayısıyla da atom elektriksel bakımdan nötrdür. Belirli koşullar altında atom bir elektron kazanarak eksi elektrik yüklü hale gelebilir. Ya da bir elektron kaybeder, artı elektrik yüklü olur. Böyle elektrik yüklü atomlara iyon denir. Artı elektrik yüklü bir atom eksi elektrik yüklü bir atomu çeker; artı elektrik yüklü bir başka atomu ise iter. Bu, elektriğin temel kanunudur: ters işaretli elektrikle yüklü cisimler birbirini çeker, benzer işaretli elektrikle yüklü cisimler ise birbirini iter.

Belirli maddelerde, özellikle de madenlerde elektronlar atomdan atoma dolaşabilecek biçimde serbesttir. İşte elektrik akımını meydana getiren de bu serbest elektronların akışıdır. Öte yandan kauçuk, cam, plastikler gibi öyle maddeler de vardır ki, bunların yapısında serbest elektronlara hemen hiç rastlanmaz. Dolayısıyla da bu maddeler kötü iletkenlerdir. Bunlara "yalıtkanlar" ya da dielektrikler denir. Sıvılarla gazlar da elektriği iletebilir. Ancak bunlarda hareket eden elektronlar değil, artı ve eksi elektrik yüklü iyonlardır.




Solda: Elektrik akımının pozitiften negatife doğru aktığı kabul edilmiştir. Oysa gerçekte elektrik akımını meydana getiren elektronlar bunun tam tersi yönde hareket eder.

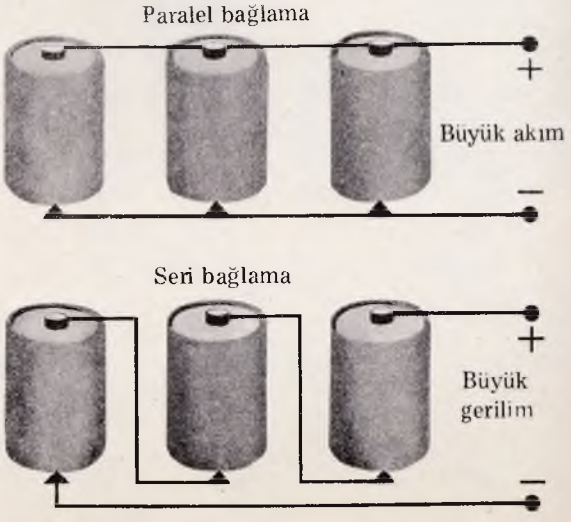



En basit türden üç elektrik üreticisi. Adi pili ilk yapan İtalyan profesörü Alessandro Volta'dır. Adi pilin en büyük sakıncası polarizasyon, yani pozitif elektrotta hidrojen gazı birikimidir. Leclanché'ın pili ile gene bu ilke üzerine yapılmış olan kuru pilde hidrojeni gidermek için manganez dioksit kullanılır.

## GERİLİM, AKIM VE DİRENÇ

İletken bir maddenin içindeki serbest elektronlar durup dururken akmaya başlayıp bir elektrik akımı meydana getirmezler. Akımı geçirebilmeleri için batarya ya da jeneratör gibi elektrik üreten bir kaynakla zorlanmaları gerekir.

Bu elektriksel zorlamaya "gerilim" ya da "voltaj" denir. Elektrik gerilimi birimi "volt"tur. 1799'da ilk elektrik pilini yapan Alessandro Volta'nın (1745-1827) adıyla anılır. Bir devredeki elektrik akışının, yani akımın değeri, uygulanan gerilimlerle orantılıdır. Akım birimi "amper"dir. Büyük elektrik bilgini Andre Marie Ampère'in (1775-1836) adıyla anılır. Bütün maddeler içle-




Sağda: Pil bağlamanın iki yolu. Paralel bağlamada bütün pozitif uçlar birbirine, bütün negatif uçlar da birbirine bağlanır. Bu tür bağlamada gerilim aynı kalırsa da, akım üç katına çıkar. Seri bağlamada bir pilin pozitif ucu, öbür pilin negatif ucuna bağlanır. Bu tür bağlamada da gerilim üç katına çıkar, akımın değeri aynı kalır.

rinden geçen elektrik akımına karşı belli bir direnç gösterirler. Direnç (rezistans) birimi Ohm' dur. Gerilim, akım ve direnç arasındaki bağlantıyı ünlü kanunuyla ilk belirten George Simon Ohm'un (1787-1854) adından ötürü bu adla anılır. Ohm kanununa göre, akım (I), gerilimin (V) dirence (R) bölümüne eşittir.

ELEKTRİK PİLİ

Evlerimizi ısıtmakta ve aydınlatmakta kullandığımız elektrik jeneratörlerde üretilir (Bk: Sayfa 84.) Ancak örneğin cep fenerlerinde, transistörlü radyolarda kullanılan elektrik, pillerde üretilir. "Pil" kimyasal enerjiyi elektrik enerjisine dönüştürür.

En basit pil volta pili ya da galvanik pildir. Bu pili ilk geliştiren Volta olmuştur. Pil iki maden levhadan meydana gelmiştir. Bunlara "elektrot" denir. Elektrotlar "elektrolit" denen iletken bir eriyik içine daldırılmıştır. Elektrotlar genellikle çinko ve bakırdan (ya da karbondan) yapılmıştır. Elektrolit ise sulandırılmış sülfürik asittir. İki elektrot bir tel aracılığıyla birbirine bağlanınca, elektrik akımı başlar. Çinko levha negatif elektrot, bakır levha ise pozitif elektrot haline gelir.

"Leclanché pili" basit pilin geliştirilmişidir. Basit pile ek olarak bu pilde bir "depolarizer" vardır. Depolarizer pozitif elektrotta oluşan hidrojen kabarcıklarını oluşur oluşmaz gidermeye yarar. Basit pilde hidrojen birikimi pilin çabucak gerilim kaybetmesine yol açar. Bugün en çok kulanılan pil çeşidi olan "kuru pil" de Leclanché pilinin geliştirilmiş şeklidir. Bu pilde çinko bir negatif elektrot vardır; bu elektrot aynı zamanda pilin mahfazasını meydana getirir. Pozitif elektrot karbondur. Elektrolit ise ıslak amonyum ve çinko kloridleri ile karbon ve manganez dioksittir (depolarizer).

Böyle pillere basit pil ya da "birincil" pil denir. Bunlardan başka bir de "ikincil" piller vardır ki bunlara "akümülatör" denir. Bu pillerin önce bir dış kaynaktan elektrik alması gereklidir. Aküden elektrik geçirilince, elektrotlarda bazı kimyasal değişiklikler olur. Daha sonra, akü kendisi bir elektrik kaynağı olarak kullanılacağı vakit, meydana gelmiş olan kimyasal değişiklikler tersine döner; böylece elektrik üretilir. Bu üretece en iyi örnek otomobillerde kullanılan akümülatörlerdir.

ELEKTROLİZ

Kurşun-asit tipi bir akümülatöre elektrik verilince, elektrotlarında ve elektrolitinde birtakım kimyasal değişiklikler olur (Doldurma). Bu kimyasal değişiklikler istenirse tersine döndürülebilir. Böylece akünün yeniden elektrik üretmesi sağlanır (Boşalma).

Ne var ki genellikle bir elektrolitten elektrik

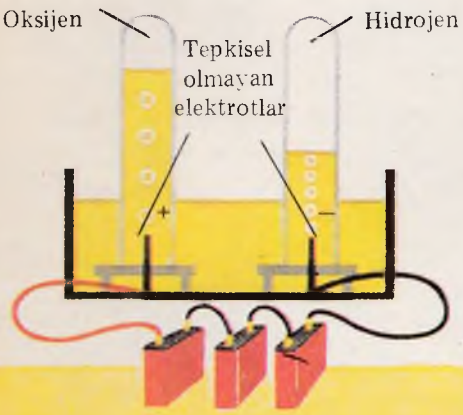
Florida'da, Tampa'da harikulâde bir şimşek olayı. Fırtına bulutlarının içindeki zerreciklerin sürtünmesi sonunda statik elektrik meydana gelir. Şimşek ya da yıldırım bu statik elektriğin boşalmasından başka bir şey değildir. Şimşek geçerken hava ansızın ısınır. Bu birden ısınma bir sarsıntı dalgasının oluşmasına yol açar. Gökgürültüsü olarak duyduğumuz işte bu sarsıntı dalgasıdır.

STATİK ELEKTRİK

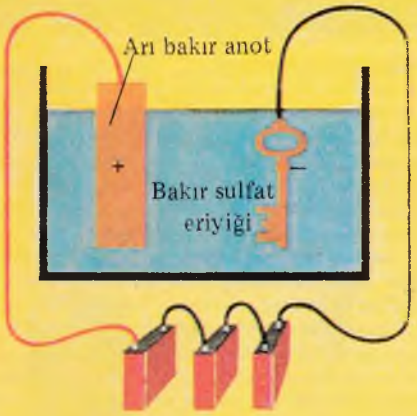
Her elektrik hareketli değildir. Statik elektrik denen bir elektrik de vardır. Saçlarınız kuruyken bir tarakla tarayın. Çok kez bir çıtırtı duyarsınız. Saçınızı taradıktan sonra tarağı başınızın üzerine kaldırıp tutarsanız, tarağın saçlarınızı kendisine çektiğini görürsünüz. Sürtünmeden doğan bu tür elektriğe "statik elektrik" denir. Tıpkı elektrik akımında olduğu gibi, statik elektrikte de pozitif ve negatif değişiklikler meydana gelir.

Statik elektrik insanlar için elektrik akımı kadar yararlı değildir. Ayrıca sürtünme yoluyla elde edilen elektriğin değeri de elektrik akımının değeri kadar yüksek olmaz. Bununla birlikte, büyük statik elektrik kuvvetleri meydana gelebilir. Şimşekle yıldırım buna örnektir. Her ikisi de son derece yüksek gerilimli statik elektrik yükünün boşalması sonucunda meydana gelir. Yıldırım çaktığı ânda, potansiyel bakımından fırtına bulutu ile yeryüzü arasındaki farkın bin milyon volt yüksekliğinde olduğu hesaplanmıştır! Günümüzde yıldırımın yol açtığı zararlar eskisine göre oldukça azdır. Bunu 1750'lerde yıldırımsavarı (paratoneri) icat eden Benjamin Franklin'e borçluyuz.

Hiç kuşkusuz, elektriğin en büyük yararı "karanlığı aydınlatmasıdır". Bizler atalarımız gibi hayatımızı güneşin doğuşuna, batışına göre ayarlamak zorunda değiliz. Karanlık bastıktan sonra da faaliyetlerimizi sürdürebiliriz. Sıradan aydınlatmada akkor haline gelmiş lamba tellerinden, yani elektrik ampullerinden yararlanırız. Alçak basınçlı gazlara elektriksel boşaltım uygulanırsa da çeşitli renklerde ışık elde edilir. Tennessee'deki bu motelin renkli ışıklı reklâmında havası boşaltılmış içinde değişik gazlar bulunan tüplerden yararlanılmıştır.




Suyun elektrolizi sonunda, suyun bileşikleri olan oksijenle hidrojen ayrışır. Suyun formülü $H_2O$ olduğundan, oksijenin iki katı hidrojen açığa çıkar.




Bakır bir anottan (pozitif elektrot) bir bakır sülfat eriyiği aracılığıyla demir anahtar bir katoda (negatif elektrot) elektrik akımı geçirelim. Anahtar bakırla kaplanır. Elektroliz usulüyle kaplama da bu yoldan yapılır.

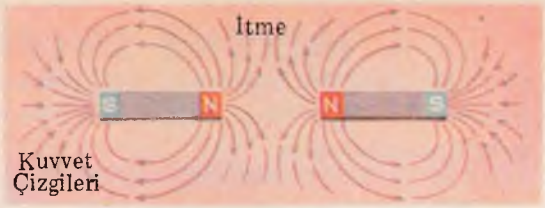
akımı geçirilince, yeniden değiştirilemeyecek bazı değişiklikler meydana gelir. Bu işleme "elektroliz" denir. Elektroliz yoluyla bir elektrolit ayrıştırılabilir. Örneğin su elektroliz yoluyla bileşikleri olan oksijen ve hidrojene ayrılabilir. Bunun gibi, sodyum klorid (tuz) da sodyuma ve klora ayrılabilir.

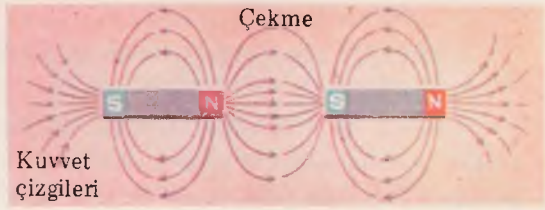
## MANYETİZMA VE ELEKTROMANYETİZMA

Manyetit bir demir oksit mineralidir. Küçük demir parçacıklarını çekmek gibi ilgiçekici bir özelliği vardır. Serbestçe dönebilecek biçimde bir yere asılacak olursa, hep belli bir yöne dönecek biçimde durur. Bu özelliklerinden dolayı "mıknatıs taşı" adıyla anılır. Aynı özellikleri gösteren her maddeye "mıknatıs" deriz. Bununla birlikte, mıknatıs özellikleri gösterebilen yalnız üç madde vardır: Demir, kobalt, nikel.

Çubuk biçimi bir mıknatısın iki ucu öbür kesimlerinden daha yoğun mıknatıs özellikleri gösterir. Mıknatısı serbestçe hareket edebilecek biçimde asarsak, hep kuzey-güney doğrultusunda döner. Bunu ilk fark eden İngiliz bilim adamı William Gilbert (1540-1603) oldu. Gilbert mıknatısın kuzeye bakan ucuna "kuzey kutbu", güneye bakan ucuna da "güney butbu" adını verdi. Gilbert dünyanın da çok büyük bir mıknatıs olduğuna inanıyordu. Çünkü dünya mıknatıs olmasaydı, bir mıknatıs çubuğunun uçlarını böylesine çekemezdi.

Bugün bu görüşün doğru olduğunu hepimiz biliyoruz. Tıpkı çubuk mıknatıs gibi, Dünya'nın




Solda: Manyetizmanın ana kanunlarını gösteren resim: Benzer kutuplar birbirini iter, zıt kutuplar birbirini çeker. Bir mıknatıs üzerine bir karton koyar, bunun üzerine demir talaşı serpersek, kuvvet çizgilerini "görebiliriz".

Sağda: Elektrik akımı taşıyan bir bobinin çevresinde bir manyetik alan meydana gelir. Akım geçtiği sürece bobin bir çubuk mıknatısın özelliklerini gösterir; tıpkı bir çubuk mıknatıs gibi, onun da kuzey ve güney kutupları vardır.

manyetik kutuplarında da mıknatıs özellikleri daha yoğundur. Ancak Dünya'nın manyetik kutupları ile coğrafi kutupları aynı yerde değildir; birbirlerinden yüzlerce kilometre uzakta oldukları gibi, sürekli de yer değiştirirler. Mıknatısın yön gösterme özelliğinden pusulada yararlanılmıştır. Pusula özellikle denizcilikte çok kullanılan bir aygıttır.

Manyetizmanın ana kuralları çok yalındır. Bir mıknatısın kuzey (N) kutbunu başka bir mıknatısın güney (S) kutbuna yaklaştıralım: İki kutbun birbirini çektiğini görürüz. Ama iki kuzey ya da iki güney kutbu yaklaştırırsak, kutuplar birbirini iter. Başka bir deyişle: "benzer kutuplar birbirini iter, zıt kutuplar birbirini çeker".

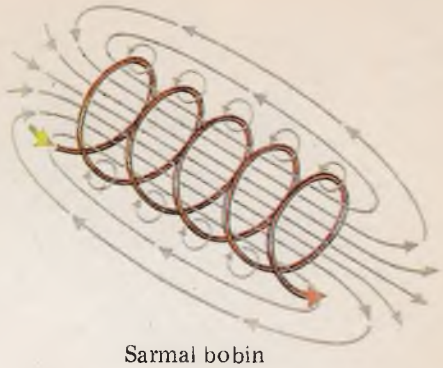
Basit bir mıknatıslı pusula

Bir sayfa kâğıt üzerine demir talaşı serpelim. Sonra kâğıdı bir çubuk mıknatısın üzerine tutalım ve hafifçe parmağımızla kâğıda vuralım. Demir talaşlarının kıvrık çizgiler biçimini aldığını görürüz. Bu çizgilere mıknatıs çevresindeki manyetik "kuvvet çizgileri" denir. Bir mıknatısın çevresinde manyetik kuvvetin var olduğu alana "manyetik alan" denir. Dünya'nın da bir manyetik alanı vardır.

## ELEKTRİK VE MANYETİZMA

Gilbert elektrik ile menyetizma arasında bir ilişki olduğundan kuşkulanmıştı. Ancak 1820'ye kadar bu ilişkiyi açıkça belirten biri çıkmadı. 1820'de Danimarkalı bir fizik bilgini olan Hans Christian Oersted (1771-1851) elektrik akımı taşıyan bir telin yanına konan bir mıknatıs iğnesinin saptığını gördü. Bu, elektrik akımı çevresinde manyetik bir alan bulunduğunu kanıtlıyordu. elektrikle manyetizma arasındaki ilişkiler geniş bir araştırma konusu olmuştur. Bu ilişkilere

Alternatif akım üreten bir elektrik jeneratörünün parçaları. İki uyarma sargısı (elektromıknatıs) aracılığıyla manyetik alan oluşturulur. Armatur döndürülünce, armaturu meydana getiren sarmal sargılar manyetik kuvvet çizgilerini keser. Böylece üretilen akım bilezikler ve fırçalar aracılığıyla kullanılmak istenen yere gönderilir. Resimde üretilen akım bir ampulü yakmakta kullanılmıştır. Doğru akım elde etmek istenirse, bileziklerin yerine bir komütatör (kolektör) takılır. (Resimde jeneratörün demir çekirdekleri bobinlerin daha açık görülmesi için gösterilmemiştir).



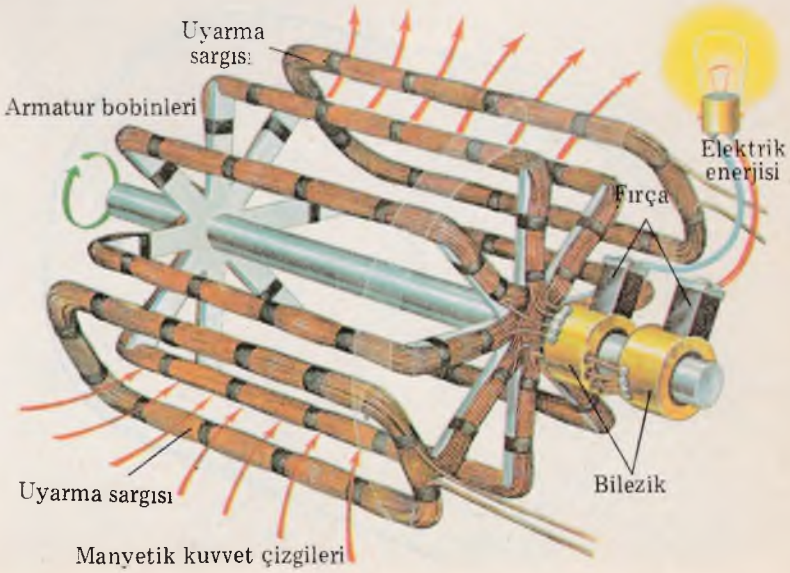
Sarmal bobin

"elektromanyetizma" denir. Andre Marie Ampère (1775-1836), Michael Faraday (1791-1867) ve Joseph Henry (1797-1878) elektromanyetizma alanındaki çalışmalara öncülük etmiş ve elektromanyetizma ilkelerini koymuşlardır. Bugün kullandığımız pek çok elektrikli makine bu ilkelere göre çalışır; elektromıknatıslar, elektrik motorları, elektrik jeneratörleri, vb. gibi.

## SARMAL BOBİNLER (SELONOİTLER) VE ELEKTROMIKNATISLAR

Elektrik akımı taşıyan bir telin çevresi yoğun manyetik kuvvet çizgileriyle kuşatılmıştır. Tel bir bobin biçiminde sarılır, içinden elektrik geçirilirse, kuzey ve güney kutupları olan bir çubuk mıknatıs özellikleri gösterir. Akım çoğaltılınca, bobinin çevresindeki manyetik alan da daha kuvvetlenir. Akım kesilince, mıknatıs özellikleri de kaybolur. Bu çeşit bobinlere "sarmal bobin" ya da "solenoit" denir. Sarmal bobinler birçok makinede kullanılır.

Aynı ilkeden "elektromıknatıs" yapımında da yararlanılır. Elektromıknatıs yapmak için bir yumuşak demir parçası sarmal bobinin içine yerleştirilir. Akım verilince, demir geçici olarak mıknatıslanır. Bu yöntemle çok daha geniş bir manyetik alan elde edilir. Kullanılmış hurda eşyanın atıldığı bahçelerde, çelik fabrikalarında, örneğin demir kırıntılarını toplamak için büyük

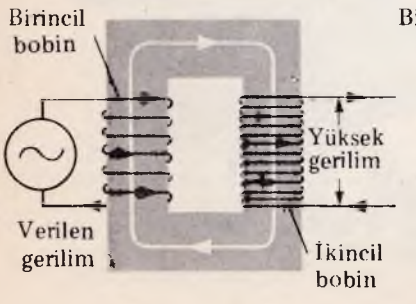


Bir çelik fabrikasında elektromıknatısla çelik kırıntıları toplanıyor. Ağır demir kütlesi, içindeki bobinlerden elektrik akımı geçirilerek mıknatıslanmıştır.

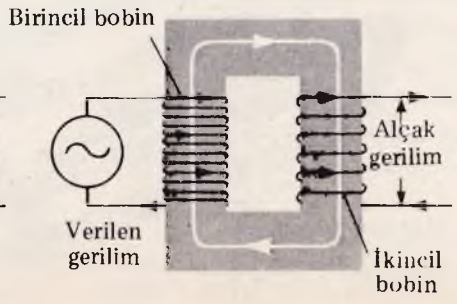
### TRANSFORMATÖRLER VE İNDÜKSİYON BOBİNLERİ

Elektromanyetik indüksiyon ilkesinden "transformatör"lerin ve "indüksiyon bobinleri"nin yapımında da yararlanılır. Transformatörde iki bobin vardır; bunlar demir bir çekirdek üzerine sarılmıştır. Birine "birincil" (primer), öbürüne "ikincil" (sekonder) bobin denir. Birincil bobine alternatif gerilim verilince, ikincil bobinde bir alternatif gerilim meydana gelir. İkincil bobindeki sarma sayısı birincil bobindekinden çoksa, meydana gelen gerilim birincil bobine verilen gerilimden daha yüksek olur. Bunun tersine, ikincil bobindeki sarma sayısı birincil bobindekinden daha azsa, üretilen elektrik enerjisinin gerilimi de daha düşük olacaktır. Uzun mesafeli elektrik iletiminde, gerilimin bu yoldan azaltılıp yükseltilmesi çok gereklidir (Karşıya bakın). Otomobillerin ateşlenme sisteminde kullanılan induksiyon bobini de aynı ilkeye göre çalışır.

Gerilimi artıran Transformatör




Gerilimi düşüren Transformatör




elektromıknatıslardan yararlanılır. Telefonlarda, telgrafta, elektrik zillerinde, vb. ise küçük elektromıknatıslar kullanılır.

### ELEKTRİK MOTORLARI VE JENERATÖRLER

Manyetik bir alan içinde bulunan bir iletkenden elektrik akımı geçirirsek, iletken hareket eder. Çünkü iletkenin manyetik alanı ile dışarıdaki manyetik alan birbirini etkiler. Elektrik motoru işte bu ilkeye dayanır.

Elektrik motorundaki iletken sarmal bobinlerden ibarettir. Bobin bir çekirdek çevresine tel sararak yapılır. Bobinler elektrik motorunun "armatur"unu (rotor endüi) meydana getirir. Armatur bir mıknatısın (çok kez bir elektromıknatısın) kutupları arasında serbestçe dönecek biçimde yapılmıştır. Armaturun bobinlerinden birinin içinden akım geçince, bobinin bir ucu aşağı, bir ucu yukarı doğru yönelir. Buna neden bobinin manyetik alanı ile mıknatısın manyetik alanının birbirini etkilemesidir. Sonuç olarak bobin döner. Ancak bu yarım bir dönüştür. Bobinin dönmeye devam edebilmesi için, akımın ters yöne çevrilmesi gerekir. Bu işi de armatür mili üzerindeki bir çevirgeç (komütatör) sağlar.

Üç çeşit doğru akım motoru vardır: Seri, Şönt (paralel) ve Kompund (Birleşik). Bu motorlar armaturları ile elektromıknatısın uyarma sargılarının bağlanış biçimine göre adlandırılmıştır. Alternatif akım motorları bundan biraz değişiktir. Bu motorlarda armatura ve uyarma sargılarına alternatif akım verilir. İndüksiyon motorunda ise armatur bobini akımını indüksiyon yoluyla alır.

Bir elektrik motorunda, manyetik alan içindeki bir iletkenden akım geçirilerek iletkenin hareket etmesi sağlanır. Bunun tersini de yapabiliriz: Bir iletkeni manyetik bir alan içinde hareket ettirir ve bu yoldan iletkende bir elektrik akımı meydana getirebiliriz. Buna "elektromanyetik indüksiyon" denir. "Elektrik jeneratörü" ya da "dinamo" bu ilkeye dayanarak çalışır.

Dinamonun yapısı birçok bakımdan elektrik motoruna benzer. Armatur bobinlerinde elde edilen elektrik akımı, bobinin yanları manyetik alanın içinde bir aşağı, bir yukarı hareket ettikçe, yön değiştirir. Dolayısıyla tek yönlü, yani doğru bir akım elde etmek için, bir komütatör takılması gerekir.

Ancak genellikle komütatör takma yoluna gidilmez. Akım armaturlardan "bilezik" adı verilen bakır halkalar aracılığıyla alınır. Alternatif gerilim üreten jeneratörlere "alternatör" denir.

# Elektrik Santralları

Elektrik en çok kullandığımız enerji türüdür. Elektriği aydınlatmada, ısıtmada, yemek pişirmekte ve elektrik motorları aracılığıyla elektrikli süpürgeden tutun da saç kurutma makinesine, süt sağma makinesine, lokomotiflere kadar her çeşit makinede kullanırız.

Peki ama, bütün bu elektrik nereden geliyor? Bugün ihtiyacımız olan büyük miktardaki elektriği ancak elektrik jeneratörlerinde üretebiliyoruz. Piller de elektrik üretir ama, yeteri kadar güçlü olmadıklarından, üretebildikleri elektrik pek yetersizdir.

Jeneratörler mekanik enerjiyi elektrik enerjisine dönüştüren araçlardır (Karşı sayfaya bakın). Bu araçların işletilebilmesi için bir çeşit makineye, ya da ana kuvvete gerek vardır. Büyük jeneratörlerin çoğunu işletmekte türbinlerden yararlanılır. Bunlara genellikle "turbo-jeneratör", ya da "turbo-alternatör" denir. Çünkü bunlar alternatif elektrik akımı üretirler (A.C.). Dünyadaki elektrik üretme istasyonlarının ya da elektrik santrallarının üçte ikisinde jeneratörleri işletmek için buharlı türbinler kullanılır. Geri kalan santralların çoğunda ise su türbinlerinden yararlanılır; bu yoldan elde edilen elektriğe "hidroelektrik" denir.

Elektrik santrallarında üretilen elektrik pilonların üzerinden geçen kablolarla tüketicilere dağıtılır. Kablolar seramik ya da cam yalıtkanlarla çelik kulelere asılıdır. Resimde yalıtkanları değiştiren mühendisler görülüyor.

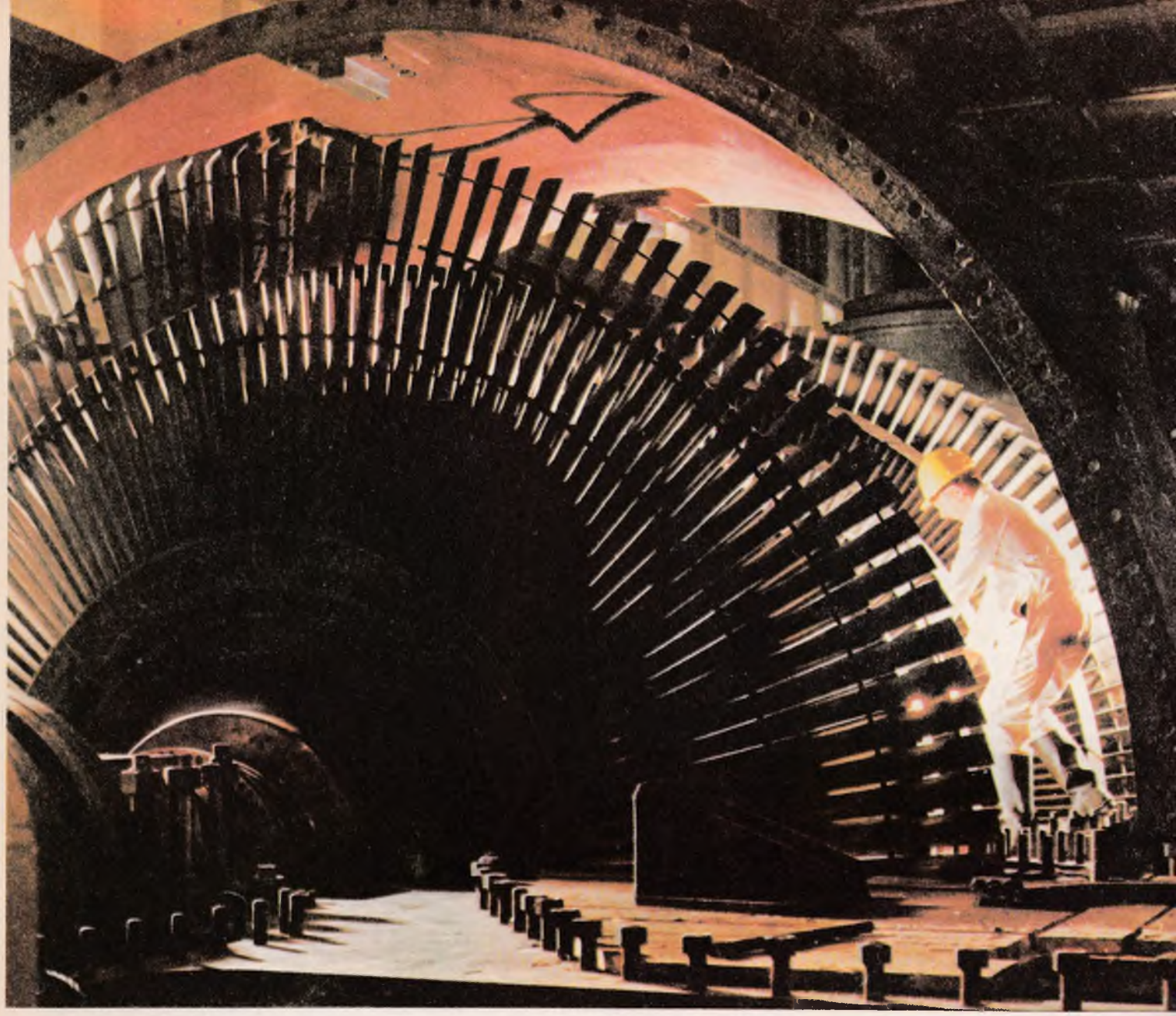
## GELENEKSEL VE NÜKLEER ELEKTRİK SANTRALLARI

Geleneksel bir elektrik santralında muazzam türbinleri işletmek için gerekli yüksek basınçlı buhar, bir ocağın üzerinde ısıtılan su dolu bir kazandan sağlanır (Bk: Sayfa 72). En büyük buharlı türbin jeneratörlerinin verimi 500 megavat, ya da daha çoktur. Bu miktar elektrik 5 milyon elektrik ampulünü yakabilecek güçtedir! Bir elektrik santralında bu güçte birçok jeneratör vardır. Ocak her çeşit yakıtı yakabilecek biçimde yapılmıştır. Eski elektrik santrallarının tümünde yakıt olarak kömür kullanılırdı. Bugünkü santralların çoğunda da hâlâ kömür yakılmaktadır. Yalnız şimdikilerde kömür eskiden olduğu gibi büyük parçalar halinde değil, çok ince toz halinde yakılıyor. Öte yandan birçok elektrik santralı artık yakıt olarak kömür yerine petrol, hattâ doğal gazın bol olduğu yerlerde doğal gaz yakmaktadır.

Elektrik gereksinmesi, örneğin kış aylarında daha artar. Bu gibi durumlarda elektrik santrallarının normalden daha çok elektrik üretmesi gerekir. Bu ise fazladan jeneratörlerin devreye sokulmasıyla sağlanır. Jeneratörler ya diesel motorlarıyla ya da gaz türbinleriyle çalıştırılır. Bu tür motorlar özellikle aşırı yüklenme sırasında elverişlidir; çünkü çok kısa sürede işletilebilir ve çalışmaya başlayabilirler. Sıradan buhar makinelerinin çalışmaya başlayabilmesi için ise önce "ısınmaları" gerekir.

Nükleer elektrik santrallarında, suyu buhara dönüştürmek için gerekli ısıyı nükleer bir reaktör, ya da bir atom reaktörü sağlar. Bu yoldan elde edilen buhar geleneksel bir buharlı türbini çalıştırmakta kullanılır. Nükleer reaktör, denetlenmiş nükleer fisyon sıcaklığını —yani atomların parçalanmasından doğan enerjiyi— salıvermeye yarayan bir araçtır. Nükleer elektrik santralında bu iş için gerekli bütün donatım vardır: Atom reaktörü, biyolojik siper, ısı değiştiriciler, elektrik sant-

Dünyanın en büyük elektrik santralları hidroelektrik santrallardır. Bu santrallarda yüksekten akan suyun gücünden yararlanılarak turbojeneratörlerin dönmesi sağlanır. Resimde itmeli bir turbojeneratörü denetleyen mühendisler görülüyor.



Buharlı bir türbinin alçak basınçlı bölümünde çalışan bir mühendis. Genleşen buhardan daha çok enerji sağlayabilmek için, elektrik santrallarında çok kademeli türbinler kullanılır. Yüksek basınçlı kademeler daha küçük çapta türbinlerden meydana gelmiştir.

ralı gibi.

"Reaktör"de yakıtın oluşturduğu bir "çekirdek" vardır. Yakıt genellikle uranyumdur. Uranyum basınçlı bir kap içinde saklanır. Gaz ya da sıvı bir "soğutucu" çekirdekteki ısıyı giderir. "Biyolojik siper" reaktör operatörlerini çekirdekten yayılan tehlikeli ışınımdan korur. Siper çok kez betonarmedir; kalınlığı 3 metreyi bulur. Soğutucu sıvı ya da gaz, çekirdekten aldığı sıcaklığı "ısı değiştiriciler"in içinde dolaşan suya bırakır. Isı değiştirici bir, ya da birden çok olabilir. Meydana gelen sıcaklık suyu buhara dönüştürür. Buhar da nükleer reaktöre bitişik elektrik santralındaki türbinleri işletir. Nükleer reaktörlerin çalışması üzerinde daha çok bilgi edinmek için atom enerjisi konusuna (Sayfa 34) bakın.

## HİDROELEKTRİK SANTRALLAR

Hidroelektrik santrallarında yüksekten düşen suyun enerjisinden yararlanılır. Akan su su türbinlerini döndürür, türbinler de elektrik jeneratörlerini çalıştırır. Dünyanın en büyük elektrik santralları hidroelektrik santrallarıdır. En büyük hidroelektrik santrallarının verimi 5.000 megavatı bulur, hattâ kimisininki bu rakamı da geçer. En büyük geleneksel elektrik santrallarında bile bunun ancak yarısı kadar elektrik üretilebilir.

Hidroelektrik santrallar genellikle dağlık bölgelerde kurulur. Çünkü böyle bölgelerde arazinin doğal engebelerinden de yararlanılabilir. Dağlık yerlerde suyun doğal engebeler üzerinden aşağıya düşmesi sağlanır. Çok kez suyun düşme yüksekliği'ni artırmak için ırmaklar üzerine barajlar kurulur. Böylece suyun türbinin üzerine düşeceği uzaklık artırılmış olur. "Oluk" adı verilen borular suyu yukarıdan türbinlere taşır.

İki ana çeşit su türbini vardır: İtmeli ve tepkili türbinler. İtmeli türbine Pelton çarkını örnek gösterebiliriz. Bu türbinde su hortumlardan geçerek, bir çark çevresinde yerleştirilmiş kepçelere dökülür. İtmeli türbinler düşme yüksekliğinin çok olduğu yerlerde kullanılabilir. Tepkili türbinler ise suya tepki göstererek dönerler. Bu türbinler bütünüyle suya daldırılır.

Tepkili türbinlerin de çeşitleri vardır. "Francis" tipi tepkili türbinde sarmal kanatlar bulunur. "Kaplan tipi tepkili türbin ise bir gemi pervanesini andırır. Kaplan tipi tepkili türbinde kanatlar arasındaki açı suyun akışına göre düzenlenebilir.

İngiltere'de, Rance halicinde kurulmuş olan "gelgit elektrik santralı" alışılmamış biçimde bir hidroelektrik santralıdır. Bu santralda gelgitin yükselip alçalmasından yararlanılarak elektrik üretilir. Halicin üzerine bir baraj kurulmuştur. Bu barajın duvarlarına yerleştirilmiş türbinler suyun ileri-geri hareketine uyarak döner.

ELEKTRİK İLETİMİ

Elektrik santrallarındaki jeneratörler belirli bir gerilimde, örneğin 10.000 voltluk elektrik üretirler. Bu gerilim elektriği uzak yerlere iletmek için yeterli değildir. İletim sırasında çok miktarda enerji kaybı olur. Elektrik yüksek bir gerilimle (örneğin 400.000 volt) iletilirse, enerji kaybı daha az olur. Elektrik santrallarının çoğu alternatif gerilim üretir. Bir transformatör kullanarak gerilim kolayca yükseltilebilir (Bk: Sayfa 84).

Yüksek gerilimli elektrik, pilonların üzerinden geçen yüksek "iletim hatları"yla ülkeye dağıtılır. Elektrik şubelerinde yüksek gerilim azaltılarak, kullanılabilecek düzeye indirilir. Evlerde kullanılan elektriğin gerilimi 220 volt dolaylarındadır.

Çoğu ülkelerde, elektrik santralları arasında bir iletim kabloları şebekesi vardır. Elektrik santrallarından birinin üretimi ihtiyaca yetmediği vakit, bu kablolar aracılığıyla öbür santrallardan elektrik sağlanır.

Yukarıda: İsviçre'de bir hidroelektrik santralı. Uzaktaki bir su deposundan oluklu borularla gelen su yeraltındaki türbin salonuna gider. Ön planda dağıtım istasyonu görülüyor. Sağda: Elektrik üreten bir santralın denetim odası. Aşağıda: Ürettiği elektriği ülke-içi kablo şebekesine ileten bir elektrik santralının devre kesicileri (anahtarları) ve şalterleri.

# Çömlekçilik

Çömlekçilik insanoğlunun geliştirmiş olduğu en eski uğraşlardan biridir. Yukarıdaki resimde gördüğünüz güzel Yunan vazosu zamanımızdan yüzyıllarca önce yapılmıştır. Yunan vazolarının kendine özgü bir bezeme tarzı vardır.

Günlük hayatımızda sürekli kullandığımız çanak-çömlek —fincan, kâse, tabak, testi, vb. gibi— topraktan alınan kirli, biçimsiz kil topaklarından yapılır. Usta bir çömlekçi bu biçimsiz topağı yoğurup biçimlendirerek güzel görünüşlü, kullanışlı eşyalar haline getirir. Yumuşak kil biçime sokulduktan sonra fırınlanarak sertleştirilir. Bu yoldan yapılmış çömleklere "seramik" denir. Kelime yunancadan gelmedir ve "çömlekçi kili" anlamına gelir. Tuğla ve kiremit de seramik ürünlerindendir. Ayrıca seramiğin daha başka çeşitleri de vardır.

KİL ÇEŞİTLERİ

Kil dünyanın hemen her yerinde, en üstteki toprak tabakasının altında bulunur. Bu yüzden ucuz ve boldur. Kayaların kimyasal işlemler ve hava etkisiyle parçalanması sonucunda oluşur. Kil çeşitleri pek çoktur. Ama hepsinin az ya da çok, iki ortak özelliği vardır. Kili bizim için yararlı bir madde yapan da bu özellikleridir.

Bu özelliklerden birincisi, kilin suyla karıştırılınca "plastik" bir madde haline gelmesidir. Yani suyla karıştırılmış kil yumuşak, hamur kıvamında bir madde haline gelir; parçalanmaksızın kolayca biçimlendirilebilir, kalıba dökülebilir. Kilin ikinci önemli özelliği ise fırınlanınca ya da ısıtılınca son derece sert ve sağlam bir madde haline gelmesidir. Çünkü ısıtma sonunda kilin içinde bir çeşit cam oluşur. Bu cam daha sert parçacıkların birbirine kaynaşıp yapışmasını sağlar.

Becerikli eller ıslak, biçimsiz bir kil topağını çabucak biçimlendirerek güzel bir çömlek haline getirebilir.

ÇÖMLEK ÇEŞİTLERİ

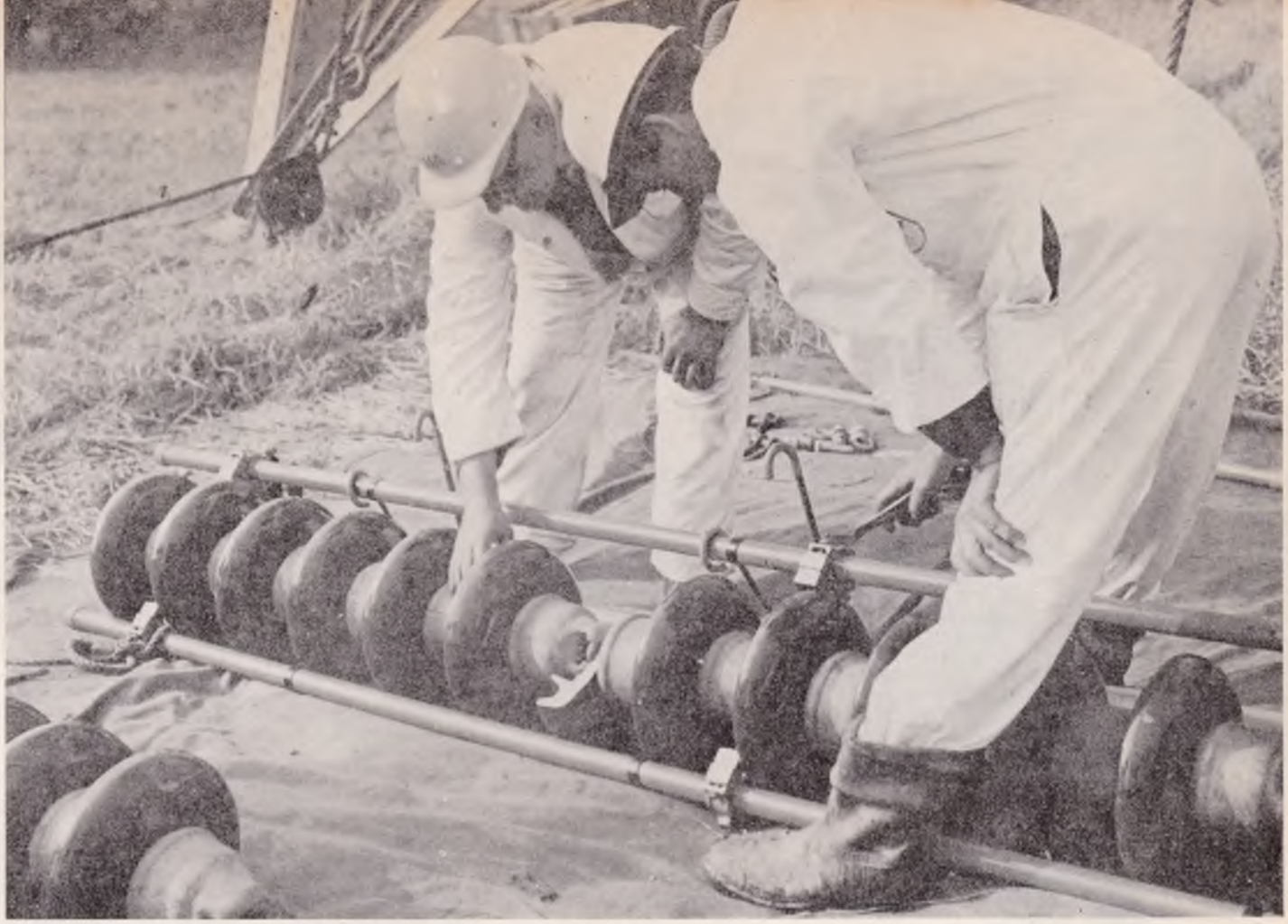
Topraktan yapılan çömleklere "pişmiş toprak" denir. En sıradan, en ucuz çömlek çeşidi budur. Amatör çömlekçiler de bu kille çalışırlar. Bu tür kilin işlenip biçimlendirilmesi kolaydır. Üstelik daha düşük sıcaklık derecelerinde de pişirilebilir. Ancak, pişmiş toprağın birtakım sakıncaları da vardır: Rengi donuktur, gözeneklidir, dolayısıyla da su sızdırır. Bundan ötürü, içine sıvı konmak üzere yapılan pişmiş topraktan çanak-çömleğin "sırlanması", yani cama benzer bir tabakayla kaplanması gereklidir. Her gün sofralarımızda kullandığımız ucuz, "porselen" taklidi çanak-çömlek, gerçekte porselen değil, beyaz sırla kaplanmış pişmiş topraktır.

"Taş işi" kilden ise son derece sert, sağlam çömlekler yapılabilir. Bu çeşit kil daha çok testi, küp, ağır çanak-çömlek yapımında kullanılır. Toprak işine benzemez; çünkü yarı-camdır. Camsı yapısı dolayısıyla, sırlanmaya gerek göstermeden suyu içinde tutabilir, sızdırmaz. Ancak, birçok nedenlerle çok kez taş işi kil de tuzla sırlanır. Tuzla sırlanmış taş işi kile örnek olarak kanalizasyon ve lâğım borularını gösterebiliriz.

En değerli çömlek türü "porselen"dir. Parlak beyaz bir rengi vardır. Bu renk porselen taklidi toprak işlerinde olduğu gibi, yalnız yüzeysel değildir; çömleğin bütünü parlak beyazdır. Porselen aynı zamanda yarı saydamdır. Yani porselen bir kabı kaldırıp kuvvetli bir ışığa tuttuğunuz vakit, ışığı geçirdiğini görürsünüz. İngilizler porselene çok kez "china" derler; çünkü porselen yapma sanatını Avrupalılar'dan çok önce Çinliler bulmuştur.

Porselenin yapıldığı maddeye "çömlekçi çamuru" denir. Gerçek porselene ise "sert çömlekçi çamuru" adı verilir. Bu çamur çömlek yapmaya yarayan bütün öbür çamurlardan daha serttir ve çok daha yüksek sıcaklıkta pişirilmesi gerekir. Yüksek sıcaklık porselenin tümünü camlaştırır. Porselenin bileşimindeki başlıca maddeler arı beyaz kaolin (arıkil) ile feldspatça zengin bir tür granittir. Feldspat eriyince camlaşarak kaolinle kaynaşır. Karışımın içine daha kolay işlenebilmesi için başka çeşit killer de katılabilir. Ayrıca genellikle arı kuvartz, yani silis eklenir.

"Yumuşak çömlekçi çamuru" denen yapay bir porselen türü de vardır. Bu porselen beyaz



kilin cam tozu, kum ve kırık porselen parçalarıyla karıştırılmasıyla yapılır. Yapay porselen gerçek porselenden çok daha düşük sıcaklık derecelerinde pişirilebilir. Kırıldığı vakit kumlu, tebeşirimsi bir madde haline gelir.

"Kemik porseleni" de yapay bir porselen çeşididir. Bu porselenden yüksek kaliteli sofra takımları yapılır. Kemik porseleni tıpkı gerçek porselen gibi yarı saydamdır. Ancak gerçek porselen kadar beyaz değildir. Bu porselene kemik porseleni denmesinin nedeni, eritici olarak içine çok miktarda kemik külü katılmasındandır. Kemik porseleninin bileşiminde kemik külünden başka kaolin ve feldspat vardır.

Porselen yalnız zarif tabak-çanakların yapımında kullanılmaz. Endüstride de birçok yararlı kullanım alanları vardır. Örneğin, elektrik endüstrisinde geniş ölçüde kullanılır. Çünkü kusursuz bir yalıtkandır. Elektrik pilonlarındaki yüksek gerilimli kablolarda porselen yalıtkanlar kullanılır.

ÇÖMLEKÇİLİKTE BİÇİMLENDİRME

Çömlekçiliğin en büyüleyici yanı, şekilsiz kil topaklarını biçimlendirip birbirinden güzel çömlekler yapmaktı. Çok basit çömleklerin yapımında çömlekçi yalnız ellerini kullanmakla yetinebilir.

Bununla birlikte yuvarlak, simetrik çömlekler yaparken genellikle "çömlekçi çarkı"ndan yararlanır. Çömlekçi çarkı basit bir araçtır; çömlekçi elleriyle kile biçim verirken, kili döndürmeye yarar. Islak kile çarkın üzerinde biçim verme işlemine "atma" denir. Çömlekçi önce çarkın tepesine, tam ortaya gelecek biçimde bir parça ıslak kil atar. Sonra çarkı döndürmeye başlar. Islak elleriyle sıkıp düzleyerek kili istediği kıvama gelinceye kadar yoğurur.

Sonra kile biçim vermeye başlar. Dönmekte olan kilin ortasına başparmağını daldırır. Öbür parmaklarıyla kili dışardan tutar. Başparmağını öbür parmaklarına doğru hareket ettirerek kile bir kâse biçimi verir. Kâsenin dibi, yapılacak olan çömleğin tabanını meydana getirir. Bundan sonra sıra çömleğin çeperlerini yapmaya gelir. Çömlekçi bunun için çömleğin çeperlerini başparmağı ile öbür parmakları arasında hafifçe sıkıştırır. Arada bir de elini yukarı doğru çeker. Böylece kasenin çeperleri giderek incelir, yükselir. Çömleğe son biçimini verirken her iki elinin parmaklarını da kullanır.

PİŞİRME

Çanak-çömleğin bir fırında pişirilmesinden amaç, kilin içindeki bileşiklerden birinin (genellikle silisin) değişime uğrayıp camlaşmasını sağlamaktır. Cam soğuyunca kilin içindeki öbür maddeleri birbirine yapıştırarak, sert bir madde haline getirir. Bu camsı bağın oluşmasına "camlaşma" denir. Camlaşma oranı kilin bileşimine ve fırının sıcaklığına göre değişir.

Toprak işi kil oldukça düşük bir sıcaklıkta pişirilebilir (1000°C dolayları). Bu tür kilde camlaşma oram da düşüktür; dolayısıyla pişmiş toprak hayli yumuşak ve gözeneklidir. Taş işi kil ile porselen ise 1200°C ile 1400°C arasında pişirilir. Her ikisi de sert ve camsıdır. Porselen ayrı-

Bir vazonun üzerine süsleme amacıyla kilden yapılmış şekiller uygulanıyor. Bu şekiller ayrı ayrı kalıba dökülerek hazırlanır. Fırında pişirildikten sonra renkleri beyazlaşır.

Resimde görülen çeşitten içi boş kapların seri halinde yapılabilmesi için basit bir makineden yararlanılır. Islak kil bir kalıbın içine yerleştirildikten sonra, bir bıçakla iç yüzü oyularak biçimlendirilir.

Çömlekçi renklerinde hazırlanmış oyma bir desen oyma silindirinden çıkarılıyor. Desen bundan sonra, örneğin bir tabağın yüzeyine aktarılır. Sonra da süslemenin çıkmaması için tabak yeniden pişirilir.

ca yarı saydamdır.

Çömlek çömlekçi çarkından çıkar çıkmaz, ıslakken pişirilemez. Hattâ deri sertliğine ulaşacak kadar kurumuş bile olsa pişirilmesi olanaksızdır. Çünkü pişirme sırasında kilin bileşimindeki su buharlaşır, çömleğin çatlayıp parçalanmasına yol açar. Bundan dolayı, yeni biçimlendirilmiş çanak-çömlek iyice kuruyana kadar bekletilir.

ÇÖMLEKLERİN SIRLANMASI

Sırlanmak istenen çömlek kile benzer bir sıvı karışımıyla kaplandıktan sonra pişirilir. Bu sıvı karışımına "sır" denir. Oldukça düşük sayılabilecek bir sıcaklıkta (800-1000°C) sır eriyerek cam haline gelir; çömleğin üzerinden süzülerek parlak bir tabaka oluşturur. Ana sır karışımına çeşitli bileşikler katılarak değişik sırlar elde edilebilir. Basit, saydam sırlara belirli maden oksitleri katılarak çeşitli renklerde sırlar yapılabilir. Taş işi çömleklere çok uygulanan en eski sırlardan biri de "tuz sırrı"dır. Pişirme işlemi tamamlanmadan hemen önce, fırına tuz atılarak yapılır. Meydana gelen tuz buharı çömleğin üzerine yapışarak bir sır tabakası oluşturur.

BEZEME

Çanak-çömleğin süslenip bezenmesinde en çok kullanılan yöntem boyama yöntemidir. Desenler çömlek sırlanmadan önce, pişmiş toprak üzerine yapılabilir. Buna "sıraltı süsleme" denir. Elbet bu tür süslemede kullanılan boyalar fırının sıcağına dayanacak biçimde, özel olarak hazırlanmalıdır. "Sırüstü süsleme" ise çömlek sırlandıktan sonra yapılır. Bu tarz süslemede kullanılan boyalara "emay renkleri" denir. Sırlanmış kap bezenip boyandıktan sonra, boyaların sırla kaynaşması için, fırına konup kısa süre pişirilir. Ticari mallarda baskı usulü geniş ölçüde kullanılır.

TUĞLALAR

Tuğla yapımında kullanılacak kil topraktan büyük motorlu küreklerle çıkarılır. Ham kil önce ezilerek ince bir toz haline getirilir. Sonra içinde hiç yumru kalmaması için, elekten geçirilir. Bundan sonra suyla karıştırılarak, hamur kıvamına gelinceye kadar iyice yoğurulur ve tuğla yapma makinesine gönderilir. En ucuz tuğlalar püskürtme yoluyla yapılır. Bunlara "tel-kesme" (wire-cut) denir. Tuğla makinesinde, "burgu" (delgi) (auger) adı verilen büyük bir vida kili sıkıştırarak, dikdörtgen bir delikten geçmeye zorlar. Kil delikten uzun bir şerit biçiminde çıkar. Bunu mutfaklarımızdaki et makinesine de benzetebiliriz. Delikten çıkan uzun, şerit biçimi tuğla bir kesme makinesinin paralel telleriyle belli büyüklükte bloklara ayrılır. Kesme makinesini de mutfaklarımızdaki yumurta dilimlemeye yarayan makinelere benzetebiliriz. Bloklar kesilirken, bitmiş tuğ-

ladan daha büyük olmalarına dikkat edilir; yani çekme payı bırakılır. Çünkü tuğla pişerken birhayli küçülür.

Pişirme işleminin başlayabilmesi için, tuğlaların önce sıcak havada kurutulması gereklidir. Tuğla daha sıcakken pişirilirse, içinde meydana gelen buhar çatlaklara yol açabilir. Tuğlalar 800°C ile 1100°C arasında tuğla ocağında pişirilir. Fırının sıcaklığı kullanılan kilin cinsine göre değişir.

Pişirme sürekli ya da dönem dönem olabilir. Sürekli pişirme daha iyi sonuç verdiği gibi, daha az insan gücünü gerektirir. Kurumuş tuğlalar düz vagonların üzerine yığılarak uzun bir tünelden geçirilir. Tünelin uzunluğu yüzlerce metre olabilir. Pişirme bölgesi tünelin ortasındadır. Tuğlalar bu bölgede pişer. Kurumuş tuğlalar pişirme bölgesine doğru giderken önceden ısıtılır. Pişirme bölgesinden çıkarken de derece derece soğutulur. Tünelin öbür ucuna vardıklarında, ellenebilecek kadar soğutulmuş olurlar.

YALITKANLAR

Seramikler evlerimizde işe yaradıkları kadar endüstri alanında da kullanılır. Örneğin endüstri porseleninin elektrik endüstrisinde paha biçilmez bir değeri vardır. Bu porselen de hemen hemen çömlek yapmakta kullanılan porselenin bileşiğindedir. Birinci sınıf bir yalıtkandır, en kuvvetli elektrik akımlarına bile direnç gösterir. Yüksek gerilimli elektrik hatlarını taşıyan elektrik direklerindeki büyük yalıtkanlar genellikle porselenden yapılır. Evlerimizde ise yalıtkan porselenleri fiş, duy, priz, sigorta biçiminde görürüz.

Yukarıda: Taş işi kilden yapılmış güzel bir kahve takımından parçalar. Taş işi, içine bir şey katılmazsa, gözeneklidir. Dolayısıyla sıvıları sızdırır. Su geçirmemesi için sırlanması gerekir. Süslemeler sırrın altına ya da üstüne yapılabilir. Ya da doğrudan doğruya sır kendisi süsleme yerine geçer.

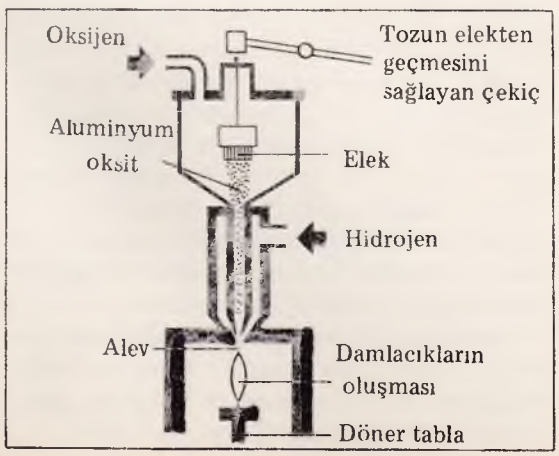
ERİMEZ SERAMİKLER

Seramik maddeler ısıya çok dayanıklıdır. Endüstride bu denli değerli olmaları da asıl bundandır. Yüksek sıcaklık derecelerine dayanabilen maddelere "erimez maddeler" denir. Bunların başında "ateş tuğlaları" gelir. Bu tuğlalar endüstri fırınlarının, örneğin maden ergitme fırınlarının iç yüzünü kaplamakta kullanılır. Evlerimizde kullandığımız fırın ve sobaların içi ise ateş çamurundan yapılmış ateş tuğlaları ile kaplanır. Ancak ateş tuğlası çok yüksek sıcaklıktaki fırınların sıcağına dayanacak kadar dirençli değildir. Örneğin çelik yapmaya yarayan açık fırınlarda sıcaklık derecesi 1500°C'ı bulur ki, buna ateş tuğlası dayanamaz. Böyle fırınlarda silis (kum), dolomi ya da magnezitçe zengin özel tuğlalar kullanılmalıdır. Daha da yüksek sıcaklıklara dayanabilmek içinse, tuğlaların bileşiminde yüksek oranda alüminyum oksit bulunmalıdır.

Gerçekte alüminyum oksit çok kullanılan erimez bir maddedir. Yalnız ısıya çok dirençli olmakla kalmaz (ergime noktası 2050°C), aynı zamanda çok da serttir ve kusursuz bir elektrik yalıtkanıdır. Bu özellikleri dolayısıyla otomobil motorlarının bujilerini yalıtmakta geniş ölçüde kullanılır. Otomobil bujilerini kaplayan beyaz madde alüminyum oksittir. Alüminyum oksit aynı zamanda kesici aletler yapımında da çok kullanılır. Öte yandan mükemmel bir aşındırıcı, ya da öğütücü maddedir. Çünkü kesme ya da öğütme sırasında meydana gelen büyük sıcaklığa dayanıklıdır; sıcaklık derecesi nekadar yüksek olursa olsun, sert kalır. Bu özellik bütün iyi kaliteli erimez maddelerde bulunur.

SENTETİK DEĞERLİ TAŞLAR

Bilinen en sert doğal cevher elmastır. Aynı zamanda bütün değerli taşlar içinde en güzeli ve en ender bulunanıdır. Elmas yeryüzü kabuğunun derinliklerinde, büyük sıcaklık ve basınç etkisiyle karbonun değişime uğraması sonucu oluşur. Bilim adamları elmasın oluşumunu taklit ederek sentetik elmas yapmayı başarmışlardır. Bugün oldukça çok miktarda yapay elmas yapılmaktadır. Buna benzer bir yöntemle, alüminyum oksit tozundan da sentetik yakut yapılıyor. Sentetik değerli taşlar endüstri alanında da kullanılır. Örneğin sentetik elmastan matkap burgusu yapılır.




Sentetik yakut yapmak için, alüminyum oksit tozu önce renklendirici bir madde ile karıştırılır; sonra oksihidrojen (oksijen, hidrojen karışımı) alevine tutulur. 2000°C sıcaklıkta karışım eriyerek birbirine kaynaşır ve minik kürecikler haline gelir. Kürecikler soğuyunca sentetik yakut elde edilir. Sentetik safir de benzer bir yolla yapılır.

# Cam

CAM NASIL YAPILIR?

Cam bugün hayatımızın en önemli maddelerinden biri olmuştur. Camın özelliklerini düşünürsek, neden bu denli gözde olduğunu anlamamız zor olmaz. Cam saydamdır, kolayca biçimlendirilebilir. Kolay kolay etkilenmez; dolayısıyla paslanmaz, çürümez, yiyecek lekelerini tutmaz. Üstelik çok kolay temizlenir. Son olarak da şunu söyleyelim: Şaşılacak kadar ucuzdur ki, bu da önemli özelliklerinden biri sayılır.

Cam yapımında en ideal madde silistir. Çok yüksek sıcaklıkta ısıtılınca, silis erir. Soğuyunca cam haline gelir. Bu cam tahmin edebileceğiniz gibi, kristal parlaklığında olmaktan uzaktır.

Ne var ki arı silis adi cam yapımına elverişli değildir. Bir kere erime noktası çok yüksektir, bundan dolayı da ekonomik değildir. İşte bu yüzden, daha az sıcaklıkta erimesi ve cam haline gelmesi için silisin içine birtakım eritici maddeler (fluxes) katılır. Böylece daha ucuza mal olması sağlanır. Şişe, pencere, elektrik ampulü gibi sıradan cam eşya yapımında kullanılan eritici maddeler soda (sodyum oksit) ile kireçtir (kalsiyum oksit).

Adi cam yapmak için belirli oranlarda kum, soda ve kireç bir eritme fırınına konur. Akkor sıcaklığında bu maddeler erir. Karışımın daha kolay eriyebilmesi için, içine "cam kırıntısı" da katılır. Çoğu cam fırınları ara vermeden, sürekli çalışır. Ocağın bir ucundan cam yapmak için gerekli hammaddeler doldurulur, öbür ucundan erimiş cam çıkar.

Soda-kireç karışımından yapılan cam en çok kullanılan cam türüyse de daha başka cam çeşitleri de vardır. Öbür çeşit camlar değişik bir "reçeteye" göre yapılır; yani silisin içine değişik eriticiler konur.

"Dağılmaz" cam kırıldığı vakit keskin, tehlikeli kıymıklar haline gelmez; sayısız denecek kadar çok, yuvarlak kenarlı parçacıklara ayrılır.

Büyük ustalıkla işlenmiş bir Venedik camı.

ÖZEL CAMLAR

"Kurşun camı", ya da "billur"un (kristal) bileşiminde yüksek oranda kırmızı kurşun vardır. Kırmızı kurşun bir tür kurşun oksittir. Bu tür camlar son derece parlak ve durudur. Ustaca kesilip işlenirlerse, elmas gibi ışıldarlar. Billur iyi kaliteli sofra takımlarının yapımında kullanıldığı gibi, optik alet yapımında da kullanılır. Bileşiminde çok miktarda kurşun bulunan camdan atom enerjisi endüstrisinde de geniş ölçüde yararlanılır. Çünkü bu tür cam zararlı ışımaları emer. Bilim adamları radyoaktif maddeler üzerinde yaptıkları deneyleri bu çeşit camdan yapılmış pencerelerin ardından seyrederler.

Bir başka önemli cam çeşidi de, mutfaklarımızda kullandığımız sıcağa dayanıklı camlardır. Adi camdan yapılmış bir şişenin içine kaynar su doldurun. Şişe büyük olasılıkla çatlar ve parçalanır. Sıcak su camın iç kesiminin birden genleşmesine yol açmış, bu da şişenin çatlamasına neden olmuştur. Oysa sıcağa dayanıklı camdan yapılmış bir fırın tenceresinin içine kaynar su dökersek, hiçbir şey olmadığını görürüz. Çünkü bu tür kaplar, ısıtılınca pek az genleşen bir camdan yapılmıştır. Bu çeşit camların bileşiminde çok miktarda silis ve borik oksit bulunur. Bundan dolayı da bu camlara "borosilikat camı" denir. Borosilikat camı (Pyrex gibi) yalnız mutfaklarda, yemek pişirmek için değil, laboratuvarlarda, endüstride de kullanılır. Bu tür camdan elektrik yalıtkanı olarak da yararlanılır.

Sıcağa en dayanıklı cam ise "silis camı"dır. Bu cam akkor haline gelinceye kadar ısıtıldıktan sonra, buz gibi suyun içine daldırılsa bile çatlayıp kırılmaz. Bileşiminde yüksek oranda silis

DAĞILMAZ CAM

Otomobillerin ve uçakların ön camları dayanıklı olmalı, sert darbeler karşısında kırılmamalıdır. Bu amaçla kullanılan özel camlara "dağılmaz cam" denir. Dağılmaz cam adi camdan çok daha sağlam ve dayanıklıdır; kırılınca da keskin, tehlikeli parçalar haline gelmez. İki çeşit dağılmaz cam vardır: Sertleştirilmiş cam ve tabakalar halinde cam.

Sertleştirilmiş cam yapmak için cam tabakası bir fırında ısıtılır. Sonra tabakanın yanları çabucak soğuk, sıkıştırılmış hava verilerek soğutulur. Bu işleme "tav verme" denir. Sertleştirilmiş cam kırılınca, binlerce küçük yuvarlak parçaya ayrılır. Bu parçalar keskin olmadığından, herhangi bir zarara yol açmaz. Tabakalar halindeki cam ise bir çeşit camplastik sandviçidir. İki tabaka düz camın arasına bir tabaka plastik konur. Sonra tabakalar ısıtılarak sıkıştırılır. Böylece sağlam bir tabaka meydana gelir. Bu cam da güvenlikle kullanılabilir. Çünkü kırıldığı vakit, cam parçaları ortadaki plastik tabakasına yapışıp kalır.

Uçakların ön camı özellikle sağlam olmalıdır. Çünkü, örneğin bir kuş gelip bu cama çarpabilir. Bundan dolayı uçak ön camları tabaka halinde sertleştirilmiş camdan yapılır. Bu cam hem tabaka camın, hem de sertleştirilmiş camın özelliklerini taşır. Üç, üç buçuk cm. kalınlıkta cam yapmak için birçok cam ve plastik tabakaları üst üste yerleştirilir.

vardır; hattâ hemen hemen salt silistir. Silis camı borosilikat camının ısıyla işlenmesi yoluyla elde edilir. Ancak, bu tür camın kullanım alanı oldukça sınırlıdır; çünkü çok pahalıya mal olmaktadır.

"Erimiş silis" ise silisin çok daha arı bir çeşididir; çok yüksek sıcaklıklara dayanıklı laboratuvar aletlerinin yapımında ve endüstride kullanılır. Arı kuvarz kristallerinin elektrikli bir fırında eritilmesiyle elde edilir. Saydam bir türüne "erimiş kuvarz" denir. Erimiş kuvarz duyarlı optik aletlerin ve daha başka duyarlı aygıtların yapımında kullanılır. Çünkü çok saydamdır, çeşitli ışımaları geçirebilir. Yani yalnız görünen ışığı geçirmekle kalmaz, örneğin mor-ötesi ve kızılötesi ışınları (ısıyı) da geçirir.

Gözlük camlarının çok duru bir camdan yapılması zorunludur. Bu camlarda hiçbir kusur ve yabancı madde bulunmaması gereklidir. Yoksa, içlerinden geçen ışığı kırar, saptırırlar. Böyle duru camlara "optik cam" denir. Optik camdan yalnız gözlük camı yapımında değil, optik aletlerde —fotoğraf makinesi, mikroskop, teleskop, ışıldak gibi— kullanılan her çeşit mercek yapımında yararlanılır. Optik cam en ince ve en arı hammaddelerden yapılır. İstenen optik özellikleri kazanabilmesi için, içine bileşimindeki ana maddelerden başka çeşitli bileşikler katılır. Ancak, elde edilen camın optik duruluğu yalnız bileşimine değil, yapım sırasında gösterilen titizliğe de bağlıdır.

Optik cam içinden geçen ışığın çoğunu emer. Bundan dolayı fotoğraf makinelerinde, dürbünlerde kullanılan mercekler, ışığı emmemeleri için kaplanır. Böyle kaplanmış merceklerden bakılınca cisimler çok daha net görünür. Kaplanmış mercekler özellikle ışığın az olduğu yerlerde işe yarar.

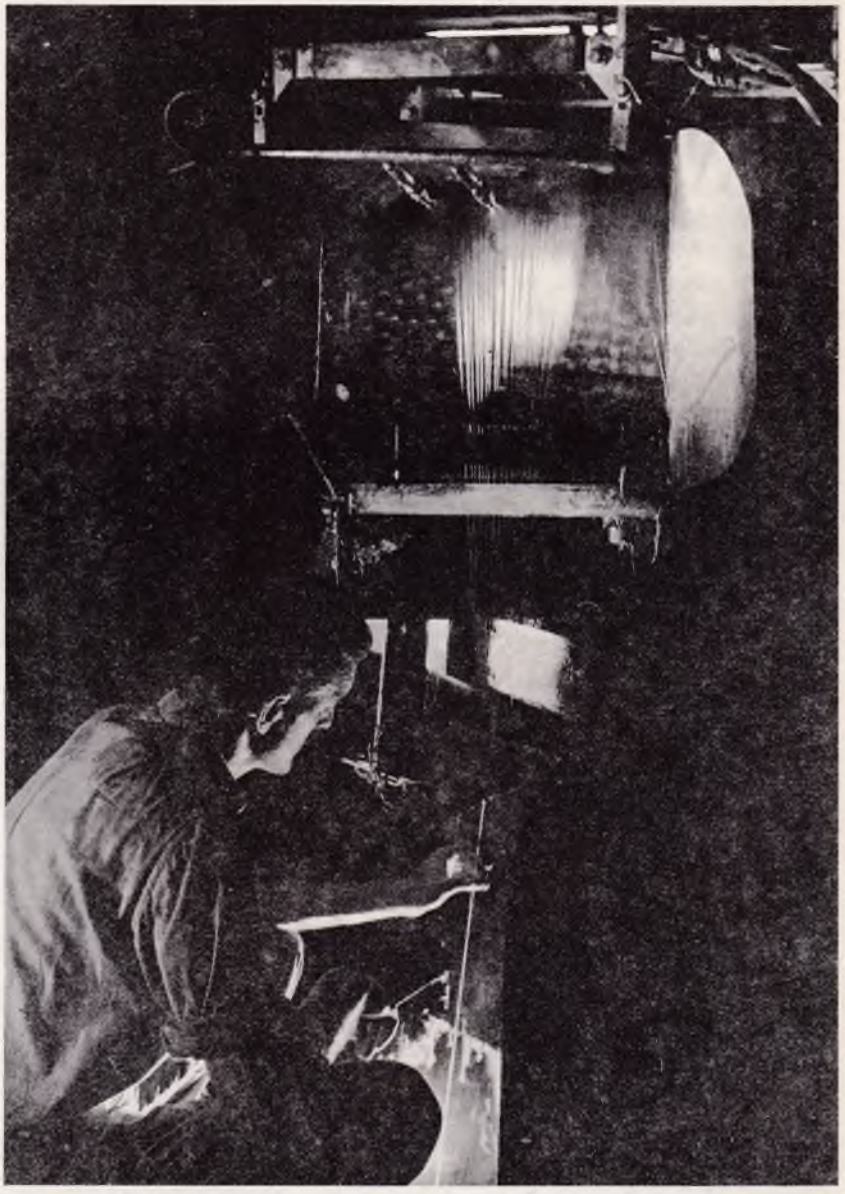
Renkli, siyah ya da donuk cam elde etmek için, cam yapımında kullanılan ana bileşiklere belli madenler eklenir; bakır, krom, nikel, kobalt, manganez, demir gibi.

CAMIN BİÇİMLENDİRİLMESİ

Cam yapma fırınından çıkan cam akkor sıcaklığında, şurup kıvamında bir sıvıdır. Cam işte bu kıvamdayken biçimlendirilir. Cama biçim vermek için çeşitli yöntemler vardır. Bunların en önemlisi "üfleme" yöntemidir.

Geleneksel olarak üfleme ağızla yapılır. Bu işi cam üflemekte uzmanlaşmış ustalar yerine getirir. Ne var ki günümüzde çok hızlı, otomatik makineler bu cam ustalarının yerini almış bulunuyor. Yalnız en ince, en karmaşık parçalar ustalarca üfleniyor. Şişeler, kavanozlar, cam kaplar ise daha çok makinelerle yapılıyor. İstenen eşyanın biçiminde kalıplar hazırlanıyor, sonra erimiş cam bu kalıpların içine üfleniyor.

Örneğin şişe makinesinde, akkor halindeki cam topakları kalıpların içine atılır, sonra üzerlerine sıkıştırılmış hava üflenir. Bu ön kalıplarda şişenin boynu ile içi boş kabataslak şekli biçimlendirilir. Bu yarı biçimlendirilmiş camlar daha



Kesintisiz iplik halinde cam elyafının yapılışı. Fırının dibinden çıkan incecik cam iplikler toplanıp birbirinden ayrılmamaları için haşıllanır, sonra hızla dönen bir makaraya sarılır.

sonra başka kalıplara iletilir ve bu kalıplarda şişeler son biçimlerini alır. Geniş ağızlı kaplar —reçel kavanozu gibi— yapılırken, erimiş cam topağı ikinci kez üflenmeden önce, bir basma tulumba silindiriyle ön kalıbın içine bastırılır.

Kalıba bastırma yöntemi cam sonradan üflense de, üflenmese de, camı biçimlendirmekte sık sık başvurulan bir yöntemdir. Elbet bu yöntemle yapılacak cam eşyanın, basma silindir hemen üzerinden kaldırılabilecek biçimde olması gereklidir. Tabak-çanak, bloklar, mercekler, abajur camları basma yöntemiyle yapılmış cam eşyaya örnektir. Cam bloklarla mercekler doğrudan doğruya "dökme yöntemiyle de yapılabilir. Bu yöntemde erimiş cam kalıplara dökülür. Yalnız, kalıba dökülecek cam öbür biçimlendirme yöntemlerinde kullanılan camdan daha sıcak olmalıdır. Çünkü sıcak cam kalıpta daha kolay biçimlenir.

Bugün düz cam üç yoldan yapılır. Adi pencere camı yapmak için, cam yapma fırınından çıkan erimiş cam düşey olarak geniş bir şerit halinde çekilir. Şerit nekadar çabuk çekilirse, cam okadar ince olur. Doğal olarak camın parlak, cilâlı bir yüzeyi vardır. Ancak fırından çekilmiş camın yüzeyi pürüzlü, eğri büğrü olma eğilimindedir.

Mağaza vitrini, otomobil ön camı, cam kapı, vb. yapımında kullanılan camlar ise daha iyi kalitedir. Bu çeşit camlar kalın, pürüzsüzdür. Böyle cam yapmak için fırından çıkan erimiş cam yatay olarak bir şerit halinde, silindirler arasından çekilir. Böylece camın eğri-büğrü olması önlenir. Bununla birlikte, üzerinde hareket eden silindirlerden dolayı, camın yüzeyi hafifçe pürüzlüdür. Bu pürüzleri gidermek için cam, çekildikten hemen sonra, hızla dönen disklerden geçirilerek cilâlanır. Ama pürüzlerin giderilmesi ve cilâ sırasında camın kendine özgü doğal parlaklığı da yok olur. Daha da önemlisi, bu son işlemden geçirilen camlar daha pahalıya çıkar.

Resimde modern biçimde yapılmış üç cam kadeh görülüyor.

Aşağıda: Cam seramiğinin aşılacak özellikleri vardır: büyük ısı değişikliklerine kırılmadan dayanabilir.

Bugün kalın, pürüzsüz cam elde etmek için daha yeni bir yöntem uygulanmaktadır. Bu camın cinsi daha iyi olduğu gibi, daha da ucuza mal olmaktadır. Fırından çıkan erimiş cam şeridi, erimiş bir kalay banyosundan geçirilir. Kalayın yüzeyi dümdüz ve pürüzsüzdür. Dolayısıyla kalayın üzerinde yüzen cam tabakası da pürüzsüz ve düz olur. Ayrıca, bu yöntemin bir üstünlüğü daha vardır: Erimiş kalay cam üzerinde iz bırakmaz. Yani bu yöntemle biçimlendirilen cam doğal parlaklığını korur.

Cam boruların yapımında da bir tür çekme yönteminden yararlanılır. Erimiş cam şeridi içi boş, dönen bir borunun içine döne döne sarılır. Sonra boruya sıkıştırılmış hava verilir. Böylece cam, borunun biçimini alır. Cam biçimlenir biçimlenmez, boru çekilir. Boru nekadar çabuk çekilirse, camın çeperleri okadar ince, çapı okadar küçük olur.

## CAMIN SÜSLENMESİ

Camdan yapılan eşyanın çoğu süslenmeden, olduğu gibi kullanılır. Böyle cam eşyanın güzelliği ve zarafeti boyutlarına, oranlarına ve elinden çıkmış olduğu cam ustasının ustalığına bağlıdır. Kimi cam eşya ise daha da güzelleşmesi için süslenir. Süsleme işi birçok yoldan yapılabilir. Kesme, oyma (hakketme), asitle yakma ve kum püskürtme yöntemleri bunların başında gelir.

"Kesme" yöntemi en çok kullanılan yöntemlerdendir. Bu yöntemde cam birçok yüz meydana gelecek biçimde kesilir. Böylece camın ışığı daha iyi tutması, yansıtması sağlanır. Ustaca kesilmiş kurşun-kristal cam hangi açıdan bakılsa, gökkuşağının bütün renklerini yansıtarak ışıldar. Kesme işi zımpara ya da başka bir aşındırıcı takılmış bir bileme çarkıyla, camın yüzeyi bilenerek yapılır. "Ovma" tarzı süsleme yapmak içinse ince, hızla dönen bakır çarklardan yararlanılır. Bu çarklarla cam üzerinde çok ince, zarif desenler yapılabilir.

"Asitle yakma" yönteminde, cam üzerindeki desen çok kuvvetli bir asitle aşındırılıp yakılır. İstenen desen camın üzerine çizildikten sonra, desensiz yerler aside dayanıklı bir kimyasal madde ile boyanır. Sonra cam hidroflüorik asit içine daldırılır. Asit, kimyasal madde sürülerek korunmamış olan deseni kemirip aşındırır. "Kum püskürtme" yönteminde de cam üzerine kum püskürtülür; böylece kaba, yarı saydam bir yüzey elde edilir. Buzlu cam bu yoldan yapılır. Camm üzerine desenli bir maden kalıp koyup, kum bunun üzerinden püskürtülürse, desenli buzlu cam elde edilir.

Özel bir görünüş vermek için, cam renkli minelerle de süslenebilir. Cam minelendikten sonra ısıtılır, ya da bir fırında yakılırsa, mineler eriyerek camın yüzeyi ile kaynaşır.

## CAM ELYAFI

Camdan yapılan en ilgiçekici, en akla gelmeyecek maddelerden biri de cam elyafıdır. Cam elyafı kesintisiz bir iplik ya da tel biçiminde yapılabileceği gibi, kısa, elyaf biçiminde de olabilir. Cam elyafı son derece özel bir sentetik liftir. Kaba, kısa lifli türüne "cam yünü" denir.

Cam elyafı kolayca dokunarak kumaş haline getirilebilir. Bu kumaşlardan örneğin perde, masa örtüsü yapılır. Cam elyafından yapılmış kumaşların üstün özellikleri vardır. Lekelenmez, buruşmaz, çekip uzamaz, yanmazlar. Üstelik bu tür kumaşları güve de yemez. Yıkanmaları kolay olduğu gibi, ütüye de gerek göstermezler. Kolay kolay solmayan parlak renklere boyanabilirler.

Camdan kumaş yapılabilmesi size tuhaf gelebilir. Çünkü cam bildiğimiz şekliyle son derece çabuk kırılabilen, paramparça olabilen bir maddedir. Ancak cam elyafı okadar ince telciklerden meydana gelmiştir ki, eğirilebilecek, dokunabilecek kadar esnektir. Üstelik bütün doğal ve sentetik liflerin içinde en sağlamı ve dayanıklısı cam elyafıdır.

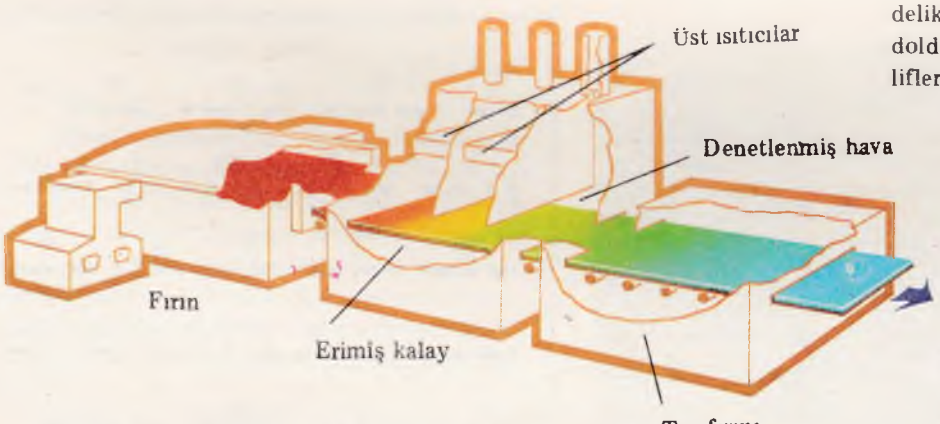
Cam elyafından yapılmış çubukların ışığı "saptırmak" gibi bir özelliği vardır. Bu özelliklerinden dolayı tıpta ve endüstride en olmayacak yerlere bakmak için, böyle çubuklardan yararlanılır. Örneğin, hastanın boğazına cam elyafından yapılmış bir aletle bakılır.

Bir çeşit cam elyafı olan "cam yünü" ise ısı kaybını önlemek için evlerin çatılarını yalıtmakta kullanılır. Bu amaçla hazırlanan cam yünü kalın, "tüy gibi yumuşak ve kabarık" rulolar halindedir. Lifleri arasında hava hapsedilmiş olduğundan, mükemmel bir ısı yalıtkanıdır. Cam yünü endüstride de buna benzer amaçlarla kullanılır.

Cam üfleme sanatı hâlâ geniş ölçüde uygulanan pek eski bir sanattır. Cam üfleyiciler, demir bir üfleme borusunun ucunu erimiş cama batırır, sonra boruyu üfleyerek ucuna bulaşmış olan camı şişirirler. Erimiş cam ustalıkla işlenirse, istenen her türlü karmaşık biçimli eşya yapılabilir.

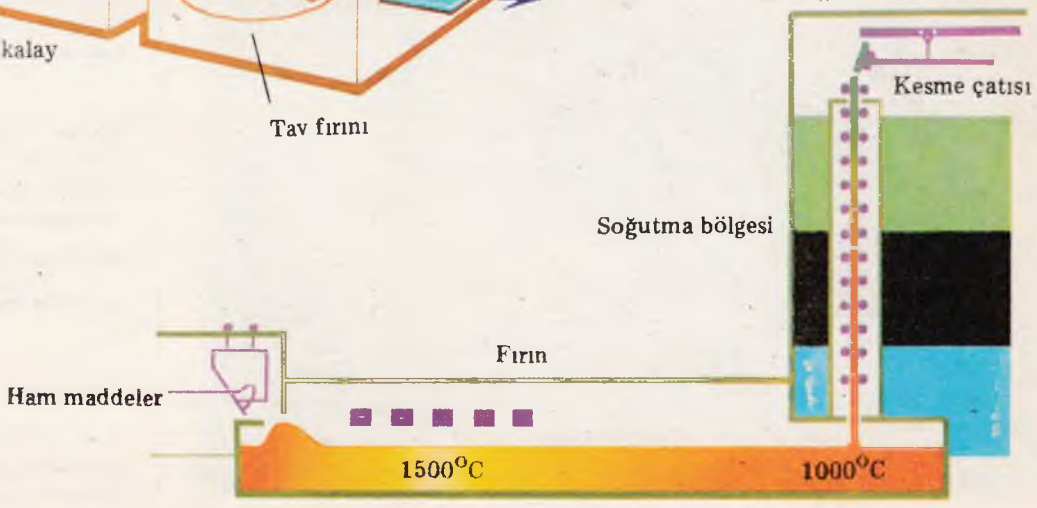
Son yıllarda cam elyafından otomobil karoseri, gemi tekneleri, bavullar, olta çubukları, atlama sırıkları, vb. da yapılmaktadır. ancak bu eşyalar salt cam elyafından yapılmış değildir. Bu tür eşyanın yapımında cam elyafı ile güçlendirilmiş, ya da "takviye edilmiş" plastikler (poliesterler) kullanılır. Takviyeli plastikler birçok değişik yoldan yapılabilir. Çok kez kabaca dokunmuş cam elyafı bir kalıbın içine halı gibi döşenir; plastik bunun üzerine dökülür. Başka bir yöntemde ise istenen kalınlığa erişilinceye kadar bir kat plastik, bir kat cam elyafı döşenir. Üçüncü bir yöntemde de, plastik-cam elyafı karışımı bir kalıba püskürtülür.

"Kesintisiz iplik" halinde cam elyafı elde etmek için, belirli kalitedeki camlar bir fırının içinde eritilir. Eriyen cam fırından incecik deliklerin içinden geçerek çıkar. Böylece çok ince cam iplikleri elde edilir. Bu iplikler toplanarak bir tek iplik teli haline getirilir ve çok hızlı dönen bir makaraya sarılır. Tel tel cam elyafı yapılmak isteniyorsa, çıkan teller üzerine yüksek basınç uygulanarak karılmaları sağlanır. Cam yünü ise değişik bir yoldan yapılır. Erimiş cam yanlarında ince delikler bulunan ve hızla dönen maden bir kaba doldurulur. Deliklerden fışkıran cam incecik lifler haline gelir.




Yüzdürme cam yapımı. Erimiş cam bir erimiş kalay banyosuna daldırılır. Madenin oksitlenmesini önlemek için, banyonun içindeki hava sürekli denetlenir. Tepedeki ısıtıcılar camın yüzeyindeki pürüzleri eriterek giderir. Pürüzsüz hale gelmiş olan cam, bundan sonra tav fırınına gider ve yavaş yavaş soğumaya bırakılır.

Adi pencere camı çekme yöntemiyle yapılır. Katılaşmakta olan kesintisiz bir cam şerit, fırının soğuk ucundan düşey olarak yukarıya çekilir. Kesme yerine varınca kesilerek ayrı ayrı tabakalar haline gelir.



# Telgraf

Elektrikle ilk haber iletme aracı telgraf olmuştur. Telgraf aynı zamanda en basit elektrikli haber iletme aracıdır. Çünkü, iletilecek haber genellikle bir tek kablo üzerinden, elektriksel titreşimlerle iletilir. Bir telgraf düzeninde bir "verici", bir "alıcı", bu ikisi arasında da bir "elektrik hattı" vardır. Verici elektrik devresini açıp kapayan bir anahtardır. Buna "manüple" denir. Alıcı ise bir bobindir. Bobinin içinde yumuşak demir vardır. Akım geçince mıknatıs haline gelen bobin karşısındaki çubuğu çeker. Çubuğun ucuna bir kalem bağlanmıştır. Manüpleye basınca devre kapanır, kalem hareket eden bir kâğıdın üzerine çizgi çizer. Çoğu ülkeler toprak hattıyla ya da deniz altı telgraf kablolarıyla birbirine bağlanmıştır. Yörüngede dönen uydular aracılığıyla, "radyo-telgraf" yoluyla da haberleşme sağlanmaktadır.

İki telgraf sistemlerinden birinde beş paralel hat kullanılmaktaydı. Alfabenin harfleri bu beş telde artı ve eksi elektrik titreşimleriyle iletiliyordu. Ne var ki bu sistem oldukça yavaş çalışıyordu, dolayısıyla ancak telgrafa az gereksinme gösteren yörelerde kullanılabiliyordu. Örneğin demiryolu istasyonlarında mesajlar bu yolla iletiliyordu.

Tek hatla şifreli haber göndermek ise çok daha kolaydı. "Morse şifresi" bunu sağladı. Bu şifre nokta ve çizgilerden meydana gelmiştir; alfabenin bütün harfleri bu çizgi ve noktalarla yazılabilir. Ancak Morse alfabesinin de bir sakıncası vardır: Değişik harfleri anlatan işaretler değişik uzunlukta sürelerde iletilebilir. Bundan dolayı da iletilecek mesajın otomatik olarak bir makineyle yazılması zordur.

Denizaltı uygulamalarına uygun zırhlı, takviyeli, yalıtılmış bir elektrik kablosu.

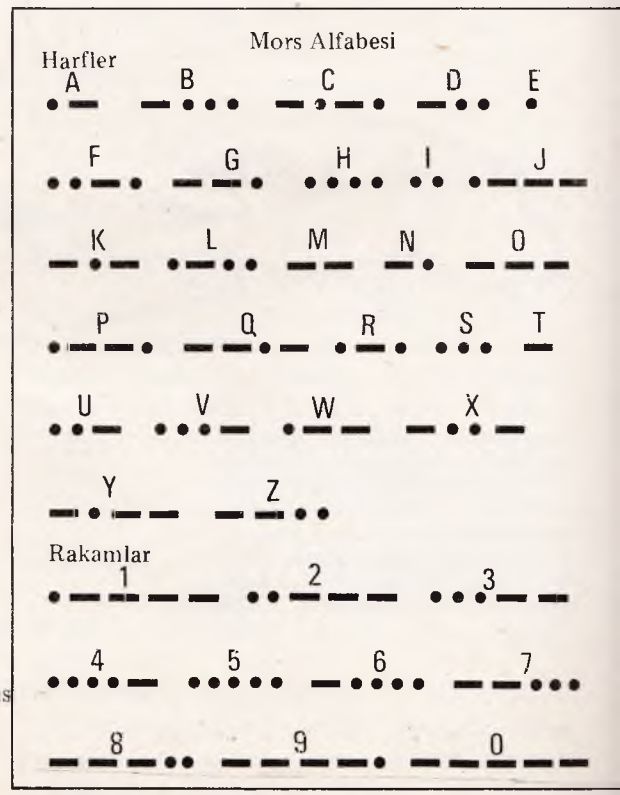
1874'te Fransa'da Emil Bandot'un bulduğu şifre ise daha kullanışlıdır. Bu şifreye "beş üniteli şifre" denir. Her sinyalde beş eşit ünite vardır. Her ünite iki durumda olabilir: yani "pozitif", "negatif", ya da "kapalı devre" ve "açık devre" durumunda olabilir. Böylece sinyaller makineyle düzgün biçimde iletilebilir. Bu sayede aynı kabloya bağlı birçok makineyle sinyal gönderilebilmektedir.

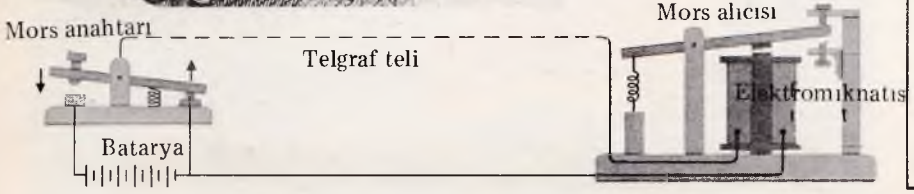
Beş üniteli şifre ile mesaj gönderirken bir "teletayp" da kullanılabilir. Bu sistemde tel ya da radyo ile çalışan otomatik daktilolar vardır. İlk teletayplarda iletilecek mesaj önce delikli kâğıt şeritler üzerine yazılırdı. Sonra bu şerit otomatik bir ileticiye verilirdi. Bugün ise iletici bir makine üzerinde daktilo edilen mesaj, hemen hemen yazıldığı ânda uzaktaki alıcı aygıtta da yazılı olarak çıkmaktadır.

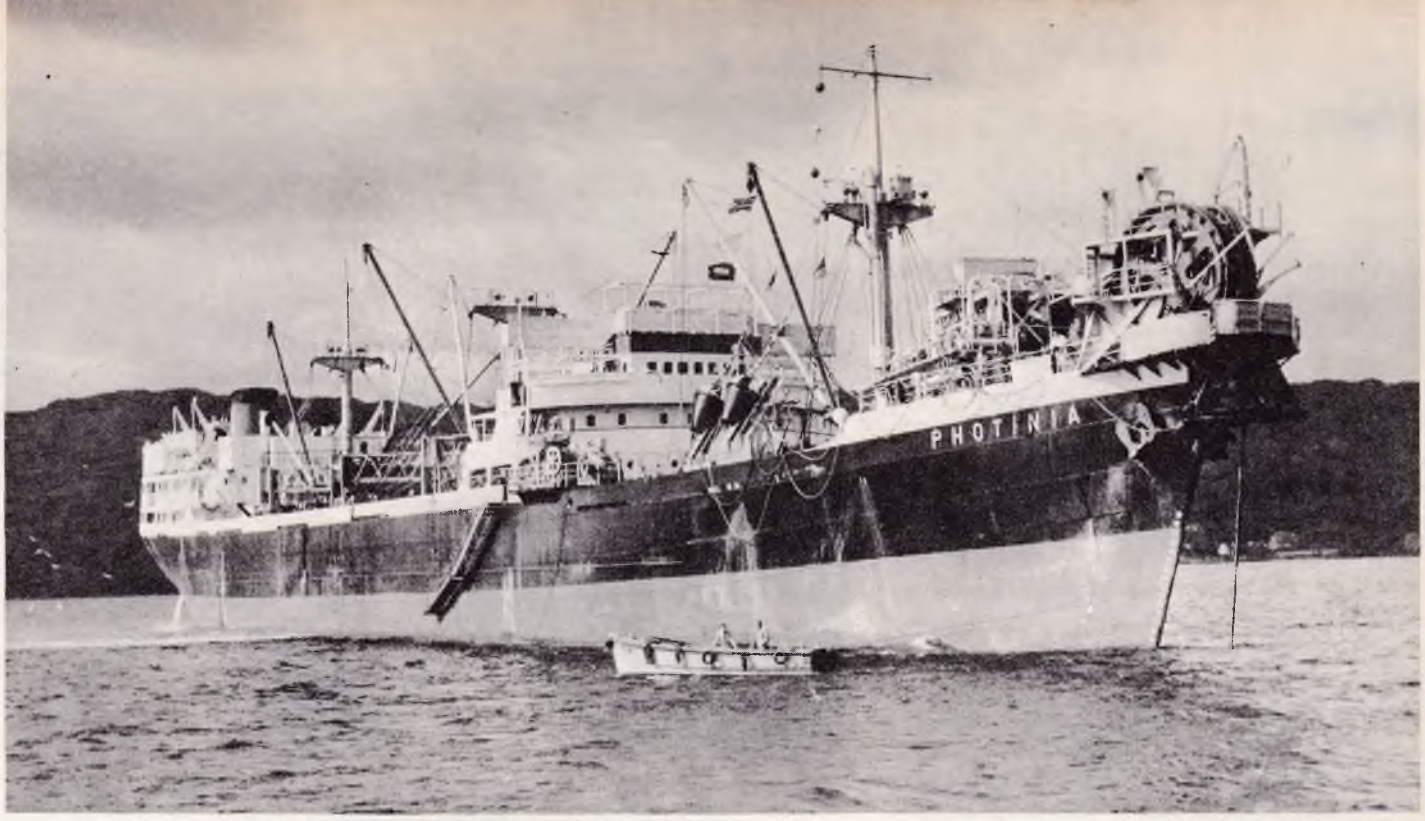
TELETAYP

Tıpkı elektrikli bir daktilo makinesi gibi, teletaypi de bir motor çalıştırır. Her beş üniteli şifre bir başlatma sinyali ile yazılmaya başlanır. Başlatma sinyali alıcı teletaypin iletici ile birlikte

Samuel Finley Breeze Morse 1791'de doğdu, 1872'de öldü. Bir sanatçı olarak yetişmişti. Sanat dalında birhayli de başarı kazandı. 40 yaşına kadar elektrikli telgrafla ilgilenmedi. 1844'e kadar da bu konuda bir başarıya ulaşamadı. 1844'te telgrafını Amerikan Kongresi'nde açıkladı.






çalışmasını sağlar. Her şifrenin sonunda durdurma sinyali ile alıcı durdurulur. Böylece makine bir dahaki şifreye kadar dinlendirilmiş olur. Elektrik motorlarına, aynı hızı koruyabilmeleri için, hız düzengeçleri takılmıştır.

Teletaypin tıpkı daktilo makinesinin klavyesine benzer bir klavyesi vardır. Ancak şifrede hem büyük, hem küçük harfleri gösterecek kadar harf yoktur. Bunun gibi, özel şekiller ve noktalama işaretleri de bulunmaz. Bundan dolayı teletayp mesajları ya salt büyük harflerle, ya da salt küçük harflerle yazılır. İletici makinede gönderilen mesaj genellikle yazılı olarak çıkar. Böylece mesajın yazılışı sırasında herhangi bir yanlışlık yapılmışsa hemen ortaya çıkar ve düzeltilir.

TELEKS

Telgraf sistemlerini sürekli kullananlar otomatik telgraf santrallarına bağlıdır. Bunlar birçok bakımlardan otomatik telefon santrallarına benzer. Teletaypi olan her abonenin başka bir aboneyle bağlantı sağlamasına yardım ederler. Böylece şirketler teleksi olan başka şirketlere istedikleri mesajı doğrudan doğruya gönderebilirler. Aynı sistemle bilgisayarlara bilgi de aktarılabilir.

Birçok ülke arasında teleks sistemleri kurulmuştur. Teleks abonesi bir yeri arayacağı vakit, önce görüşmek istediği ülkenin kod numarasını yazar. Buna karşılık alınca da aradığı şirketin numarasını yazar. Uzun mesafeli görüşmelerde kimi vakit kısa dalga radyolardan da yararlanılır.

TELGRAF KABLOLARI

Telgraf kabloları dünyamızı bir ağ gibi sarar. Kablo deyince akla telgraf ve telefon mesajlarını taşımak üzere okyanusların dibine döşenmiş hatlar gelir. Bu sualtı kabloları dakikada toplam 400 kelimelik sekiz telgraf mesajını iletebilecek güçtedir. Kabloları özel kablo döşeyici gemiler döşer. Bunlar pruvalarındaki makaralardan kabloyu denize salarlar. Kablo boyunca, belirli aralıklarla elektronik "tekrarlayıcılar" yerleştirilir. Su geçirmez çelik kapsüller içinde denize bırakılan bu aygıtlar, iletilen sinyalleri büyütmeye yarar.

1850'de Manş Denizi boyunca Sumatra zamkı ile yalıtılmış hafif bir kablo döşenmişti ama, çok geçmeden bu kablo işe yaramaz hale geldi. Ertesi yıl yeni bir kablo döşendi. Kenevirle sarılıp demir tellerle zırhlanmış olan bu kablo başarılı oldu. İlk başarılı Atlantik aşırı kablo ise 1866'da döşendi.

Yukarıda: Kablo döşeyen bir gemi. Geminin pruvasındaki tipik makaralara dikkat edin. Kablo bu makaralardan laçka edilir. Kablo döşeyici gemiler yüzlerce kilometre uzunlukta kabloyu taşıyabilecek biçimde yapılmıştır.

Aşağıda: Bir teleks operatörü teletaypte bir mesaj yazıyor. Başka bir abone ile bağlantı kurmak için, operatör önce bir numara yazar, sonra mesajı daktilo eder. Alıcı makinede mesajın bir kopyası çıkar.

# Telefon

1876'da Alexander Graham Bell ilk kullanışlı telefonu geliştireli beri, telefon en çok kullanılan araçlardan biri olmuş ve giderek yaygınlaşmıştır. Okadar ki, bugün dünyadaki telefonların sayısı 255 milyonu geçmektedir. Bunların yarısına yakını Amerika Birleşik Devletleri'nde bulunmaktadır. İkinci sırayı 15 milyonun üzerinde telefonla Japonya, üçüncü sırayı ise 14 milyon telefonla İngiltere alır.

Modern telefonlarda ayrı bir "ağızlık" ile bir "kulaklık" vardır. Ağızlığın bulunduğu kesime "mikrofon" denir. Ağızlık ya da mikrofon alıcı, kulaklık ise verici işi görür. Mikrofonun içinde karbon tanecikleri vardır. Ağızlığın içine doğru konuştuğumuz vakit, sesimiz diyaframda titreşimler yapar. Diyaframın arkasına yerleştirilmiş olan karbon tanecikleri, diyaframa çarpan sesin yapısına uygun olarak sıkışır. Karbon tanecikleri nin bir özelliği vardır: Elektriksel dirençleri, üzerlerine yapılan basınca göre değişir. Dolayısıyla korbon taneciklerinin içinden geçen bir elektrik akımı, taneciklerin üzerindeki basıncın azlığıyla, çokluğuyla orantılı olarak zayıflar ya da güçlenir. Başka bir deyişle, meydana gelen akım, ses dalgalarını adeta "kopya" eder. Bu akım telefon telleri aracılığıyla başka bir telefonun alıcısına iletilir.

Telefon alıcısında bir de diyafram vardır. Diyafram bir elektromıknatıstan geçen akımın etkisiyle titreşir. Bunu minyatür bir mikrofona da benzetebiliriz. Bu yoldan, telefon tellerinden geçen akım yeniden bildiğimiz sese dönüşür.

İki telefon arasında konuşmanın sağlanabilmesi için, elbet iki cihazın elektriksel olarak birbirine bağlanmış olması gereklidir. Modern bir ülkede, milyonlarca telefonu milyonlarca kilometre uzunlukta telefon teliyle birbirine bağlayan muazzam bir telefon şebekesi vardır. Çoğu telefon hatları bakır tellerden meydana gelmiş kablolardan yapılmıştır. Kimi telefon kablolarının içindeki bakır tel sayısı 4.000'i aşar. Kablolar kimi vakit direklere bağlanır ve havadan geçer. Öte yandan toprak altından, hattâ deniz altından geçen telefon kabloları da vardır. Uzun mesafeler arasındaki telefon konuşmalarında radyo-link hatlarından yararlanılır. Bunlarda bağlantı genel-

Telefon santralları gün geçtikçe otomatikleşmektedir. Öyleyken, santral memurlarına hâlâ büyük gereksinme vardır.

Alexander Graham Bell, Morse'un elektrikli telgrafı bulmasından 30 yıl kadar sonra telefonu bulmakla, haberleşme alanındaki ikinci büyük keşfi gerçekleştirmiş oldu. 1877'de kurduğu Bell Telefon Şirketi, haberleşme alanında hâlâ bütün dünyada başta gelmektedir.

BELL

Alexander Graham Bell (1847-1922) İskoçya'da doğdu ama, ömrünün büyük bir bölümünü Amerika Birleşik Devletleri'nde geçirdi. Babası bir sağırlar okulunda öğretmendi. Graham Bell de bu sorunla yakından ilgilenmiştir. Graham Bell ilkel bir telefon donatımının sağır-dilsizlere konuşma öğretmekte yararlı olabileceğine inanıyordu. Bu amaçla birtakım deneylere girişti, sesli harflerin nasıl çıktığını araştırdı, elektrikli diyapazonlar üzerinde çalıştı. Bütün bu çalışmalar ona konuşmayı "telgraf" haline sokma fikrini verdi.

Önce "armonik" bir telgraf yapmaya çalıştı. Bu telgraf, aynı tel üzerinden birbiri ardısıra birçok telgraf mesajını birden iletecekti. Bu girişim başarısızlıkla sonuçlandı. Ama bu Bell'i yıldırmadı. İnsan sesini bir telgraf teliyle iletebileceğine inanıyordu. Bu amaçla bir tegraf alıcısı yaptı. Alıcı elektromanyetik bir bobin ile hemen yanındaki demir bir diyaframdan ibaretti. Verici de buna benziyordu. Bir gün diyafram elektromıknatısa yapıştı. Bell'in yardımcısı iki aygıtı çekip ayırmaya çalıştı. O sırada başka bir odada bulunan Bell alıcıda iki aygıtın ayrılırken çıkardığı madensel sesi duydu. Bazı değişiklikler yaptıktan sonra, sesi iletmeyi başardı. Telefon telleri aracılığıyla ilk anlaşılabilir cümleler 1876 martında iletildi.

Ertesi yıl Bell Telefon Şirketi kuruldu. Artık Bell birçok ülkede tanınıyordu. İcatlar yapmayı sürdürdü, özellikle ses kaydı ve sağırlara konuşma öğretme alanında yeni buluşları oldu. Hayatının son yıllarını Nova Scotia'da, Cape Breton Adası'ndaki malikânesinde geçirdi.

likle uzaydaki bir uydu aracılığıyla sağlanır (Bk: Sayfa 13).

### TELEFON SANTRALLARI

Her telefonda bir çift tel vardır. Bu teller bir telefon santralının şalterine bağlıdır. Eski tarz ya da ufak santrallar hâlâ elle çalıştırılmaktadır. Santral memuru santralın anahtarlar tablosunun başında oturur. Bu tabloda birçok duy ve fiş vardır. Her telefon bir duyla fişe bağlıdır. Telefon etmek için ahizeyi kaldırdığımız vakit, santraldaki tabloda bir ışık yanar. Santral memuru telefonun bağlı olduğu duya özel bir kulaklık fişi takar, hangi numarayı istediğimizi sorar. Sonra istenen numaranın duyuna arayıcının fişini takar. Böylece iki telefon arasında bir bağlantı kurmuş olur. Bu arada bir şalteri de çalıştırarak, aranan kimsenin telefonunun çalmasını sağlar.

Bugün çoğu telefon santralları ya tam, ya da yarı otomatiktir. Otomatik santrallar santral memurlarını ortadan kaldırmıştır. Konuşmak isteyen, telefon ahizesini yerinden kaldırınca, bazı anahtarları açmış, bazılarını ise kapatmış olur. Böylece telefon konuşmaya hazır duruma gelir. Bundan sonra telefonda istediği numarayı çevirince, otomatik telefon santralındaki bobinler karşılarındaki levhaları çeker. Numaranın çevrilmesi tamamlanınca, aranan abonenin telefonundaki zil çalar.

Bu işlemleri sağlamak için telefonlarda bir zil, bu zili çaldırmak için de ayrı bir elektrik devresi vardır. Ayrıca aranan numaranın konuşmakta olduğunu anlatmak için de ayrı bir zil bulunur. Bu zilin komutası otomatik telefon santralındadır.

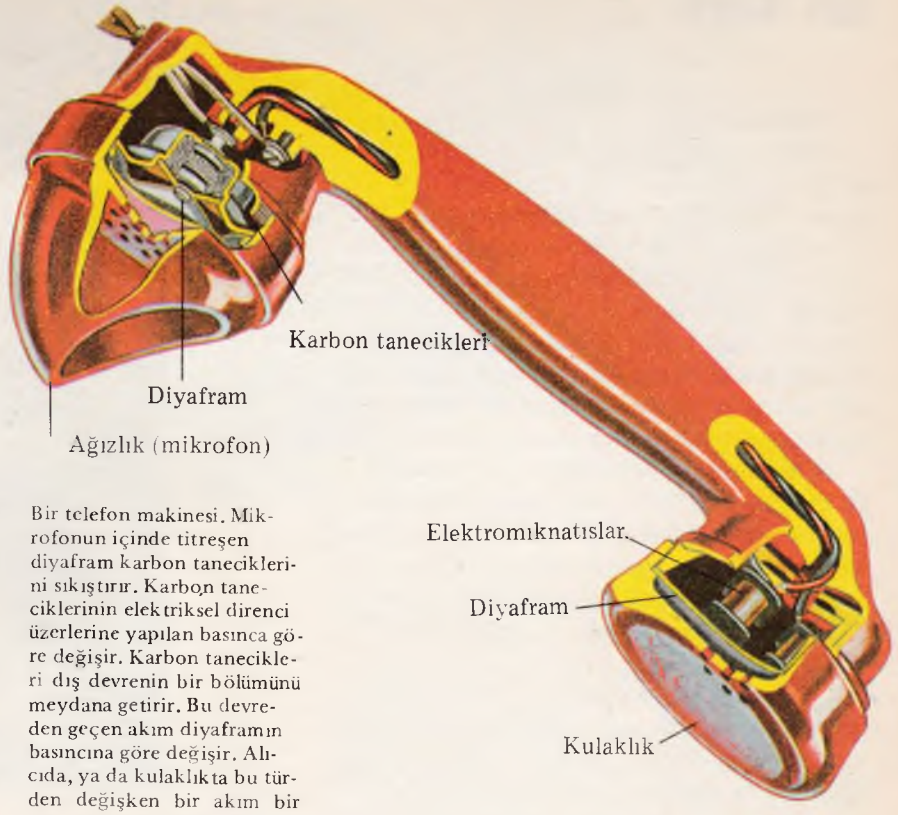
Telefon santrallarındaki donatımlar sürekli gelişmektedir. Elektronik donatımın yerini giderek elektromanyetik donatımlar almaktadır. Bu yeni donatımlar daha az hareketli parçadan meydana geldiği gibi, çok daha da hızlıdır.

### ŞEHİRLERARASI DİREK TELEFON SİSTEMİ

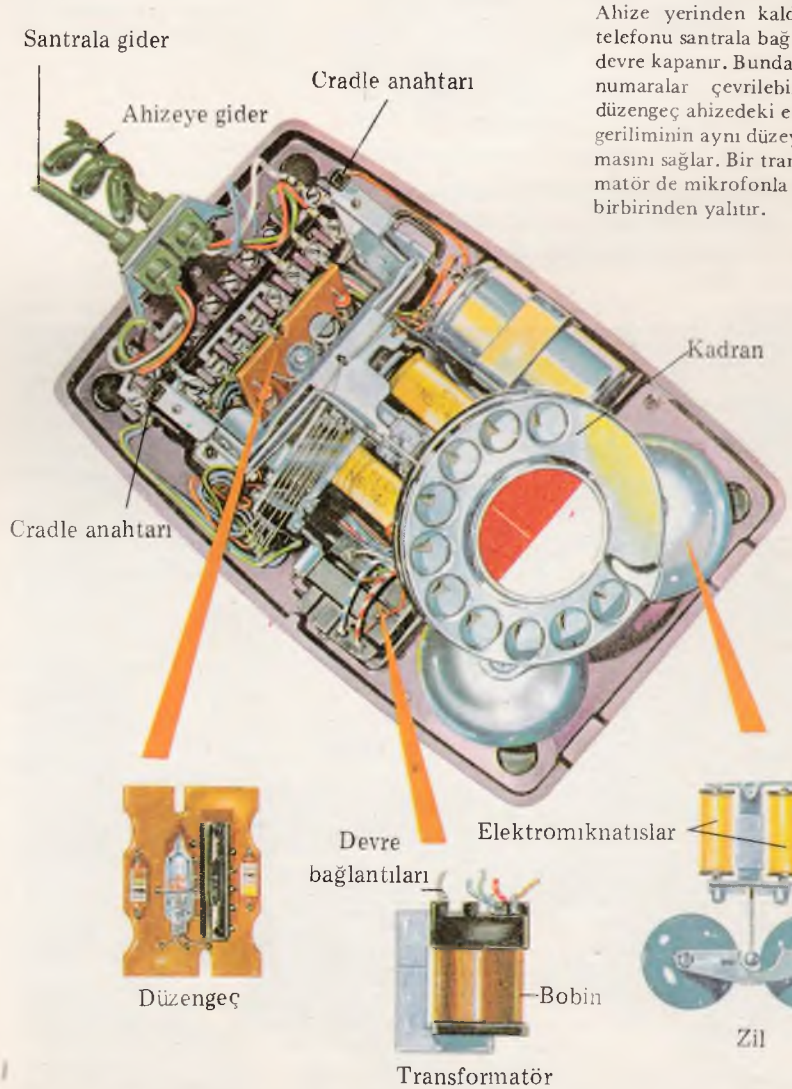
Birçok ülkede giderek artan şehirlerarası telefon görüşmeleri, uzun mesafeli direk telefon sisteminin kurulmasına yol açmıştır. Bu sistemde, arayacağımız numarayı çevirmeden önce, birçok başka numara çevirmemiz gereklidir. Bu numaralar aradığımız numaranın bağlı olduğu yerel telefon santralı ile bağlantı kurmamızı sağlar.

Şehirler ve uluslararası direk telefon sistemleri günden güne geliştirilmektedir. Öyle bir gün gelecek ki, dünyanın neresinde olursak olalım, birkaç numarayı çevirip istediğimiz ülke ile konuşabileceğiz.

Türkiye'de de bu yolda çalışmalar yapılmakta, belirli kentler arasında otomatik telefon bağlantıları kurulmaktadır.




Bir telefon makinesi. Mikrofonun içinde titreşen diyafram karbon tanecikleri ni sıkıştırır. Karbon taneciklerinin elektriksel direnci üzerlerine yapılan basınca göre değişir. Karbon taneciklerı dış devrenin bir bölümünü meydana getirir. Bu devreden geçen akım diyaframın basıncına göre değişir. Alıcıda, ya da kulaklıkta bu türden değişken bir akım bir çift elektromıknatıstan geçer. Bunun sonucu olarak bir diyafram titreşir ve ses çıkar.




Bir telefon makinesinin içi. Ahize yerinden kaldırılınca, telefonu santrala bağlayan devre kapanır. Bundan sonra numaralar çevrilebilir. Bir düzengeç ahizedeki elektrik geriliminin aynı düzeyde kalmasını sağlar. Bir transformatör de mikrofonla alıcıyı birbirinden yalıtır.

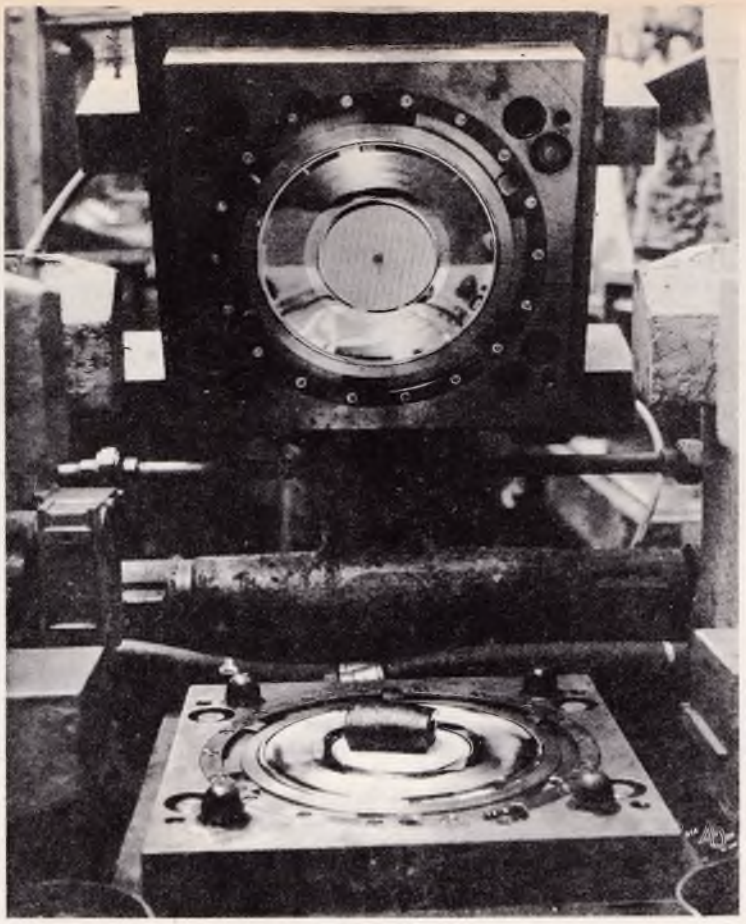
# Ses Kaydı

GRAMAFON

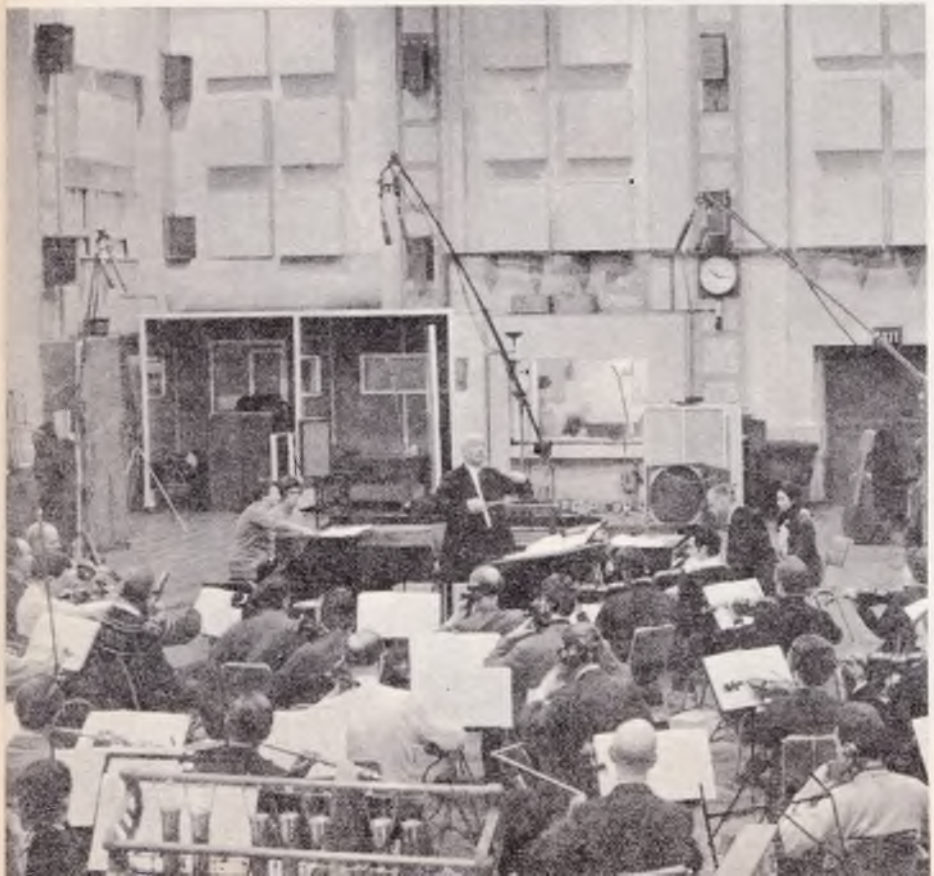
1877 yılında Thomas Edison bir toplulukta ilkel bir mikrofona "Mary'nin küçük bir kuzusu vardı" adındaki çocuk şarkısını okudu. Mikrofonun ucu kör bir iğneye bağlıydı. İğne ince bir kalay levhayla kaplanmış dönen bir silindirin üzerinde duruyordu. Edison mikrofonu aynı derecede ilkel bir hoparlörle değiştirdi, sonra silindiri döndürdü. Az önce söylemiş olduğu çocuk şarkısı çatlak ama anlaşılabilir bir biçimde hoparlörden yükseldi. Dostları bu işe pek şaştılar.

Edison'un yaptığı makine ilk "gramafon" ya da "fonograf"tı. Modern gramafonlar da hemen hemen aynı ilkeye göre çalışır. İlk zamanlar plağı döndürmeye yarayan disk yayla çalıştırılır, gramafonun yanındaki bir kolla bu yay kurulurdu. Bugün ise disk elektrik motoru ile döndürülüyor.

Edison'un gramafonunda az önce de değindiğimiz gibi ince bir kalay levhayla kaplanmış bir silindir, kalay üzerine basan bir iğne, iğnenin arkasında da diyafram denen bir tabla vardı. Mikrofona doğru konuşulunca ses dalgaları tablayı titretiyor, bu titreşimler iğneye geçiyordu. İğne titreşimlerin kuvvetine göre kalay levha üzerine bir basınç yapıyor, yani levha üzerine çizgiler çiziyordu. İğne silindir üzerinde bir daha dolaştıktan sonra, çizgilerin üst üste binmemesi için kendiliğinden biraz kayıyor, böylece silindir boyunca az bir aralıkla ilerleyen çizgiler elde ediliyordu. Silindir üzerinde işlenen sesleri duyurmak için, silindir ters yönde döndürülüyordu. Bu kez çizgiler üzerinde ilerleyen iğne diyaframa basınç yapıyor, böylece kaydedilmiş olan ses yeniden dinlenebiliyordu.



Yukarıda: Plak presi. Plağın iki yanı için hazırlanmış olan damgalar bir araya gelmeyi bekliyor. Damgalanacak olan plastik parçası alttaki damganın üzerinde duruyor.



Aşağıda: Bir plak stüdyosunda plak dolduruluyor. Arkada ses geçirmez denetim bölümü görülüyor. Ses dengesini sağlamak için çeşitli yerlere mikrofonlar yerleştirilmiş.

katöre bağlıdır ve radyoya gerek göstermez.

Başlangıçta plaklar da, pikaplar da dakikada 78 devir yapacak biçimde düzenlenirdi. Sonradan dakikadaki dönme sayısı azaltıldı. Böylece plaklara daha uzun süren müzik parçalarını yerleştirmek olanağı doğdu. Bugün dakikada 45, 33 ve 16 devir yapan plaklar yapılıyor. Bunlara "uzunçalar" (longplay) deniyor.

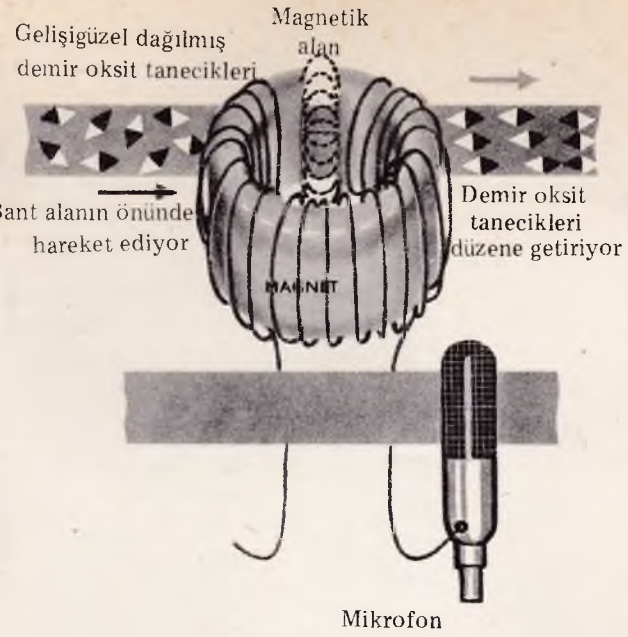
Bugün iki tür plak yapılıyor: "mono" ve "stereo" plaklar. Mono'da örneğin bir orkestra eseri çalınırken, bütün sesler aynı noktadan çıkar. Bu ise eserin çalındığı gibi dinlenmemesine yol açar. Bu sakıncayı gidermek için stereo plaklar ve pikaplar yapılmıştır.

Bunlarda iki hoparlör vardır. Orkestranın sesleri frekanslarına göre ikiye ayrılır. Seslerin kimisi bir hoparlör, kimisini ise ikinci hoparlör verir. Böylece "üç boyutlu" ses elde edilmiş olur.

Hoparlörler pikaptan çıkarılıp değişik yerlere konabilecek biçimde yapılmıştır. Böylece sesin iki ayrı noktadan gelmesi sağlanır.

İlk gramafonlardaki silindir, birçok değişikliklerden sonra, bugünkü plak biçimini aldı. Bir süre kalay silindir yerine balmumundan yapılmış silindirler kullanıldı. Sonra Berliner'in yaptığı plaklar bunların yerini aldı. Bugün plastik maddelerden, kolay kırılmayan plaklar yapılıyor.

Zamanımızda plaklar özel stüdyolarda doldurulur. Sesler mikrofonla ve elektrikli araçlarla kaydedilir. Mikrofonda sesin titreşimlerine göre bir elektrik akımı doğar. Bu akım bir kalemi titreştirir ve dönen bir levha üzerine çizgi çizmesine yol açar. Kalemin titreşimi ile gelen sesin titreşimi aynıdır. Bundan sonra levha üzerine çeşitli madenler kaplanarak levhanın bozulması önlenir. Elde edilen kalıptan binlerce plak çıkartılır.



Yukarıda, sağda: Mikrofon bağlantısı yapılmış, ses kaydına hazır modern bir teyp. Yukarıda, solda: Banda ses doldurma ilkesi. Mikrofona giren ses dalgaları, değişken bir elektrik akımına dönüştürülür. Bu akımın elektromıknatıs bobininden geçmesi, akımla orantılı, değişken bir manyetik alan doğmasına yol açar. Meydana gelen manyetik alan, banttaki demir oksit zerreciklerini belirli bir düzene sokar.

## TEYPLE SES KAYDI

Bugün plak doldurulurken genellikle teyplerden yararlanılıyor. Teyp sesi bir yere kaydedip sonra yeniden dinlememizi sağlayan bir araçtır. Bu iş için yakın zamana kadar gramafon, sonraları da pikap kullanıldı. Teyp bulununca bu iş teyple yapılmaya başlandı ve kolaylaştı.

Teybin çalışması elektrik akımının bazı özelliklerine dayanır. Mikrofon önünde bir konuşma yapıldığını düşünelim. Konuşmanın alçalıp yükselmesi değişik şiddette ses dalgaları doğmasına yol açar. Ses dalgalarının şiddetine göre, mikrofonun içindeki kömür tanecikleri sıkışıp gevşer. Bunun sonucu olarak mikrofonun elektrik direnci de değişir. Teyp ses almaya hazır olunca, bant bir makaradan boşalıp öbür makaraya sarılmaya başlar. Bant manyetik bir şerittir. Sesin alınması sırasında, bant bir elektromıknatısın kutupları arasından geçer. Mikrofon bu elektromıknatısın devresine seri olarak bağlanmıştır. Dolayısıyla, mikrofonun direnci değişince, elektromıknatıstan geçen akımın şiddeti de değişir. Elektromıknatıs teybin "kafa" denen parçasına yerleştirilmiştir. Bant kafanın içinden geçerken, elektromıknatısın manyetik alanının da içinden geçmiş olur.

Bant plastikten (genellikle PVC ya da Mylar) yapılmıştır. Ancak içinde demir oksit zerrecikleri de vardır. Kullanılmamış bir bantta bu zerrecikler gelişigüzel dağılmış durumdadır. Bant kafanın içinden geçerken, elektromıknatısın manyetik alanı demir zerreciklerini belirli bir düzene sokar. Bu düzen mikrofon önünde çıkarılan sesin titreşimine bağlıdır. Dolayısıyla mikrofon önünde çıkarılan sesin değişimleri de banda geçirilmiş olur.

Sıra şimdi işlemin ikinci bölümüne gelmiştir. Bu da, bandı dinlemek, aynı sesleri yeniden elde etmektir. Bant gene kafanın içinden geçirilir ama, bu kez elektromıknatısa akım verilmez. Dolayısıyla da bandın demir zerrecikleri düzenlerini değiştirmez. Tersine, demir tozlarının düzeni, şiddeti değişen bir akım meydana getirir. Doğan elektrik akımının değişimi demir tozlarının, yani kaydedilen sesin titreşimine uygundur.

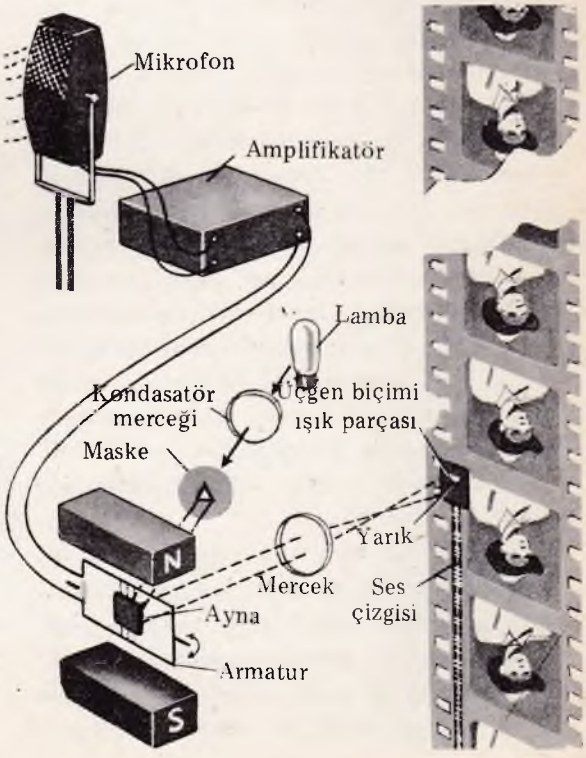
Bugünkü teyplerde üç kafa vardır. Bunlardan biri sesi kaydetmeye, biri yeniden dinlemeye, üçüncüsü ise banttaki sesi silmeye yarar. Silici kafa, bandın üzerindeki manyetik düzeni bozacak bir manyetik alan meydana getirir. Teyplerde standart olarak kabul edilmiş değişik hızlar vardır. Bandı hangi hızla doldurduysak, o hızla dinlememiz gerekir. Yoksa ses bozulur.

Son zamanlarda müzik parçalarını bütün incelikleriyle dinlememizi sağlayan stereo teypler yapılmıştır. Bunlarda sesleri titreşimlerine göre ikiye ayıran bir donanım vardır.

## FİLİM

Sinemalarda ise değişik bir ses kayıt yöntemi kullanılır. Ses fotoğraf karelerinin kenarı boyunca, bir sine-filim üzerine kaydedilir.

Filim üzerine değişken alanlı ses kaydı ilkesi. Mikrofonda meydana gelen değişken elektrik akımı, bir amplifikatörde büyütüldükten sonra, aynalı bir galvanometrenin bobinine verilir. Akım aynayı döndürür. Ayna filim üzerindeki bir yarığa üçgen biçimi bir ışık yansıtır. Aynanın dönme derecesiyle orantılı olarak, yarık üzerine üçgen ışığın dar ya da geniş bir bölümü düşer. Böylece değişken alanlı bir ses dizisi meydana gelir. Sesin yeniden dinlenişi sırasında, bu değişken alanlı dizi, bir fotosel ve hoparlör aracılığıyla yeniden sese dönüştürülür.



# Elektronik

Bugünün modern dünyasında elektronik araçlar büyük bir rol oynamaktadır. Radyo, televizyon, radar bilgisayarlar elektronik düzenle çalışan araçlara ancak birkaç örnektir. "Elektrik" ile "Elektronik"i birbirinden ayırt etmek oldukça zordur. Çünkü bunların her ikisi de elektron denen o minik, eksi elektrik yüklü madde zerrecikleriyle ilgilidir (Bk: Sayfa 26). Ancak, şöyle bir ayırım yapabiliriz: Elektrik, örneğin bakır tel gibi iletkenlerde elektronların akışı, yani elektrik akımıdır. Elektronik ise elektronların, tüp, transistör, fotosel ve benzeri araçlar içinden akışıdır.

Elektronik aletlerin çoğu elektrik akımını denetleyebilecek, şiddeti ile yönünü değiştirebilecek biçimde yapılmıştır. Örneğin radyolarda şehir elektriğinden gelen alternatif akımı doğru akıma çeviren bir çeşit tüp vardır. Alıcının içindeki çeşitli parçalar bu akımla çalışır. Bu düzene "doğrultmaç" denir. Bir başka tüp kilometrelerce uzaktaki bir radyo vericisinden gelen zayıf sinyalleri alıp güçlendirir, yani büyütür ve kullanışlı bir elektrik akımı haline getirir. Bu tüpler elektron üretir ve elektronları belirli bir yoldan denetler. İşte elektronik aletlerin temeli budur.

## VALFLAR

Radyo ve televizyon alıcıları, pikaplar, teypler ve daha birçok elektronik alette tüplerden yararlanılır. Tüpün içinde iki ya da daha çok sayıda levha ya da tel vardır. Elektrik akımını taşımaya yarayan bu tellere ya da levhaya "elektrotlar" denir. Elektrotlar tüpün dibindeki iğnelere bağlanmıştır. İğneler duylara uyacak biçimdedir; duya geçirilince elektrik devresi kapanır. Çoğu tüplerin havası boşaltılmıştır. Ancak bazı tüplere gaz doldurulur; elektrik lambasının ampulü gibi.

En yalın tüp alternatif akımı doğru akıma çeviren tüptür. Bu tüpün yalnız iki elektrotu vardır ve "diod" adıyla anılır. Negatif elektrot, yani "katot" ısıtılınca bir elektron seli salıverir. Buna "termiyonik emisyon" denir. Bu çeşit tüplere de genellikle "termiyonik" tüp adı verilir. Tüpler adi elektrik ampulünün teline benzer bir telden ibaret olabilir. Öte yandan, bir bobin aracılığıyla ısıtılınca elektron salıveren, kaplanmış tüpler de vardır. Pozitif elektrot, yani "anot" yalın bir maden levhadır; katottan çıkan elektronları çeker ve "toplar".

Elektronların katottan anoda doğru akması, tüpün içinden elektrik akımı geçtiğini gösterir. Elbet elektronlar ancak anot pozitifse akar. Anoda negatif bir elektrik yüklenirse, anot elektronları iter, akım kesilir. Anoda alternatif bir gerilim, yani bir pozitif, bir negatif olan bir gerilim verilince, neler olabileceğini düşünebiliyor musunuz? Tüp alternatif gerilimin yalnız pozitif olduğu sırada akımı geçirecektir. Böylece tüpe alternatif bir akım uygulandığı halde, tüp yalnız akımın pozitif kısmını geçirir. Dolayısıyla tek yönlü, yani "doğru" bir akım meydana gelir.

Üç elektrotlu tüplere "triod" denir. Bu tüp kendisine gönderilen sinyalleri büyütür. Triodda da diodunkine benzer bir katot ile anot vardır; yalnız, bu ikisi arasında ayrıca bir üçüncü elektrot, ya da ızgara bulunur. Üçüncü elektrot ince bir tel bobindir; katottan anoda doğru akan elektronları denetler.

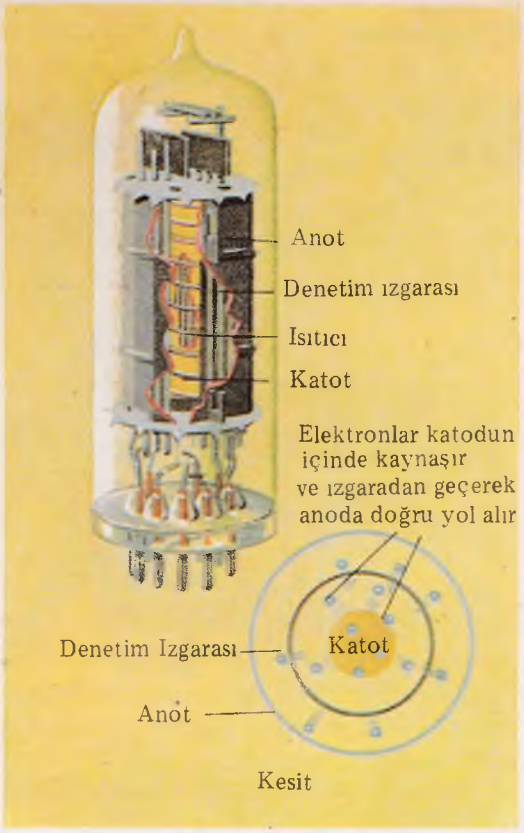
Üçüncü elektrot elektrik yükü aracılığıyla denetim sağlar. Kuvvetli bir negatif elektrik yüklenince, zayıf negatif elektrik yüklendiğinden daha az elektron salar. Üstelik bu konuda çok duyarlıdır; elektrik yükündeki en küçük bir değişiklik bile, elektrik akışında büyük değişiklikler doğurabilir. Böylece, örneğin bir radyo telsiz anteninden gelen zayıf sinyaller üçüncü elektrodun elektrik yükünü değiştirince, tüpün içindeki elektrik akışında çok daha büyük değişiklikler meydana gelir. İşte triod zayıf sinyalleri bu yoldan güçlendirip büyütür.

Bununla birlikte, en çok kullanılan büyütücü tüplerde dört ya da beş elektrot bulunur (bunlara, elektrot sayısına göre "tetrod", "pentod" gibi adlar verilir). İki ana elektrotun ötesindeki elektrotlar ızgara işi görür.

## TÜPLER

En çok kullanılan elektron-ışını tüpü "katot-ışını tüpü"dür. Bu tüp, örneğin televizyon alıcıla-

Tipik bir minyatür termiyonik tüp. Bu tüp üç elektrotlu yalın bir trioddur. Katot ısıtılınca elektron salar. Elektronlar anoda doğru akar. Elektronların geçişi denetim ızgarasındaki gerilim ya da potansiyel değiştirilerek denetlenir. Denetim ızgarasının gerilimindeki küçük bir değişiklik anot akımında büyük değişikliklere yol açar. Bundan bir büyütme aracı olarak yararlanılır.




Aşağıda: Elektronik aletlerde kullanılan adi tüplerin ve yarı iletkenlerin standart simgeleri.

Termiyonik diod

Termiyonik pentod

Transistör

Yarı-iletken diod

rında kullanılır. Tüpün elektron ışınını üreten ve denetleyen parçasına "elektron tabancası" denir. Tabancada ısıtılınca elektron üreten bir katot vardır. Anodun ortasında bir delik açılmıştır, elektronlar buradan geçer. Katotla anot arasında, elektron yoğunluğunu denetleyen bir denetim ızgarısı vardır. Başka bir elektrot elektron ışınlarını bir noktaya toplar. Bir elektron mikroskopunda da ışını elde etmek için buna benzer bir düzen kullanılır.

Şimdiye kadar anlattığımız düzen, katot-ışını tüpünün flüoresan (flüorışılı) yüzeyinde merkezi bir nokta meydana getirmeye yarar. Ancak, ışına (hatırlarsanız, ışın negatiftir) manyetik ya da elektrik bir alan uygulayarak, ışını saptırabiliriz. Bu iş saptırıcı elektrotlar ya da bobinler aracılığıyla yapılır. Bobinlerin bir takımı yukarı-aşağı sapmayı, öbür takımı ise yandan yana sapmayı sağlar. Saptırıcılara uygun sinyaller verilirse, ışın ekran üzerinde çizgiler çizer. "Osiloskop"ta meydana gelen çizgiler yalın dalgalar biçiminde olabilir. Bir televizyon alıcı tüpünde ise, çizgiler bileşik bir resim meydana getirir (Bk: Sayfa 108).

Çok yüksek frekanslı, çok kısa radyo dalgalarını üretmekte ve büyütmekte de bir başka tüpten yararlanılır. Bu dalgalar radar aygıtlarında kullanılır (Bk: Sayfa 234). Çok kısa dalga tüplerine örnek olarak Klistron ve Magnetron'ları gösterebiliriz.

## TRANSİSTÖRLER

Transistörler çoğu elektronik aletlerde bulunan çabuk değiştirilebilir gereçlerdir. Tüplerle aynı işi görürler ama, birçok üstünlükleri vardır. En önemli üstünlüklerinden biri boyutlarının küçüklüğüdür. Örneğin, aspirin tableti büyüklüğünde bir transistör 10 cm. yükseklikte bir tüpün yaptığı işi yapabilir. Bundan dolayı transistörler cep radyolarında, uzay araçlarında geniş ölçüde kullanılır. Transistörler aynı zamanda tüplerden çok daha sağlam ve dayanıklıdır. Çok daha az enerjiye gereksinme gösterdikleri gibi, "ısınmaya" gerek duymadan, hemen çalışmaya başlayabilirler. Üstelik, aşırı da ısınmazlar.

Transistörler germanyum ya da silisyum gibi "yarı-iletken" elemanların kristallerinden yapılır.

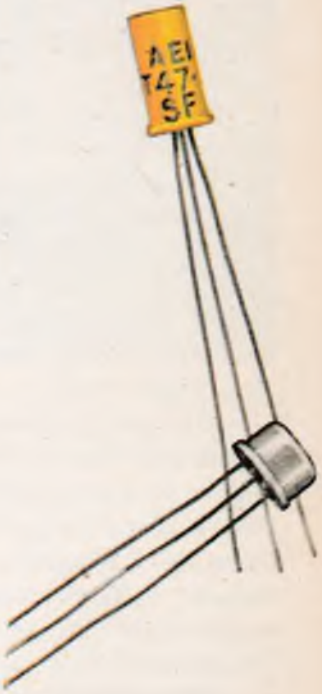
Elektron mikroskopu, mikroskop tekniğinde adeta bir devrim oldu. Bu mikroskop dalgaboyu uzun ışık ışınları yerine, dalgaboyu çok daha kısa olan elektron ışınlarından yararlanır. Bu sayede elektron mikroskoplarında bakılan cisim çok daha ayrıntılı olarak görülebilir. En modern elektron mikroskoplarında cisim 2 milyon kat büyütülebilmektedir!

Yarı iletkenler maden gibi tam iletkenlerle, cam gibi iletken olmayan maddelerin arasında yer alırlar. Bileşimlerindeki belirli yabancı madde kırıntılarından dolayı, tuhaf elektriksel özellikler gösterirler. Örneğin, bileşimindeki bir tür yabancı madde yarı-iletkenin içinde birkaç serbest elektron doğmasına, bu da bir elektrik akımı meydana gelmesine yol açar. Bunlara "n-tipi" yarı-iletkenler denir. Bileşimindeki başka bir yabancı madde ise, yarı iletkenin birkaç elektron kaybetmesine yol açabilir. Bu elektron kaybı sonucunda, yarı-iletkende "delikler" meydana gelir ("p-tipi" yarı-iletken). Bu "deliklerin" hareketi sonucunda da bir elektrik akımı doğar.

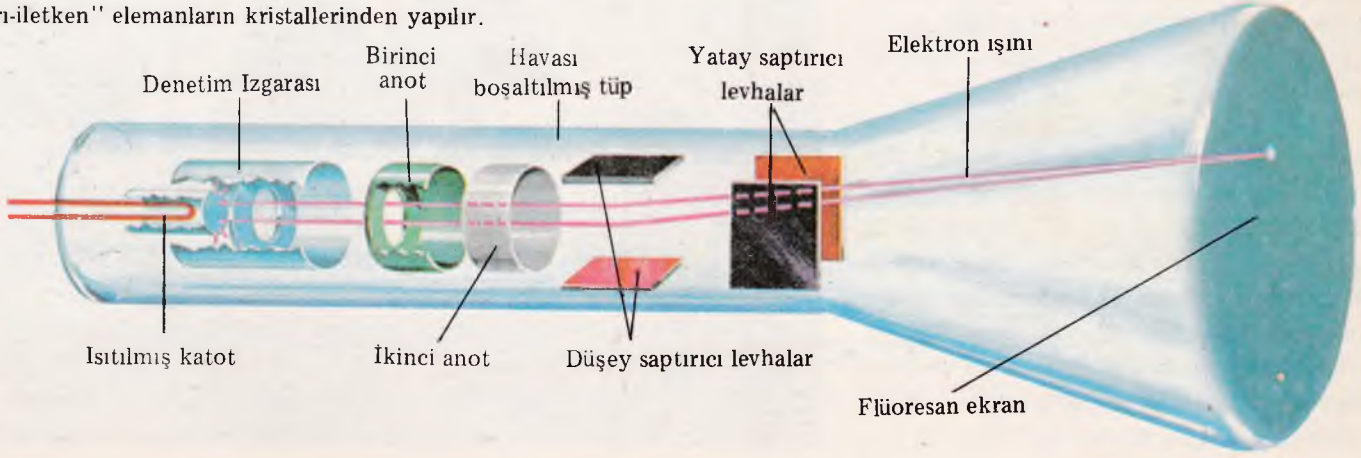
"n" ve "p" tipi yarı-iletkenlerin belirli karışımları, transistörlere tüplerin büyütme, genişletme özelliklerini kazandırır. Bunlar üç tabakadan meydana gelmiştir: "n-p-n" (yani iki "n-tipi" arasına bir "p-tipi" yerleştirilir), ya da "p-n-p".

Ufak yarı-iletken parçalarından çok kısımlı, tam elektronik devreler üretilmesi sayesinde, bugün elektronik aletlerin boyutları şaşılacak kadar küçültülebilmiştir.

Gerçek büyüklükte transistörler. 1950'lerde bu aletlerin yapılmasından sonra elektronik alanında büyük bir devrim oldu.




Tipik bir katot-ışını tüpü. Katot ısıtılınca bir elektron seli yayar. Tüpün içindeki anotlar elektronları hızlandırarak kendilerine doğru çeker. Elektronların yoğunluğu denetim ızgarasıyla denetlenir. Birinci, düşük-gerilimli anot, ışınları bir noktaya toplayan bir elektrot işi görür. Böylece ince bir ışın meydana gelir. Elektron ışınının kendine özgü bir yol çizmesi için, saptırıcı bobinlere çeşitli gerilimler uygulanır.



# Radyo ve Televizyon

Radyo elektrik sinyallerinin kendilerini taşıyacak tellere gerek göstermeden de iletilebileceği anlaşıldıktan sonra icat edildi. Bazı dillerde radyoya "telsiz"denmesi de bundandır.

Radyo sinyalleri elektromanyetik dalgalarla taşınır. Elektromanyetik dalgalar uzayda ışık hızına eş bir hızla yol alır. Radyo yayını yapan bir stüdyoda, ses dalgaları verici istasyon aracılığıyla radyo dalgalarına dönüştürülür. Radyo dalgaları havada bir telsiz anteninden öbürüne geçer, radyo alıcısında yeniden ses dalgalarına dönüşür.

## RADYODA SES İLETİMİ

Bir stüdyoda ya da bir radyo verici istasyonunda, ses bir mikrofona verilir. Mikrofonun içinde birtakım mekanik düzenler vardır; maden bir şerit ya da bobin, ya da bir kristal vb. gibi. Bu mekanik düzenler ses karşısında titreşerek, ses dalgalarını elektrik akımına dönüştürür. Meydana gelen akım, orijinal sesle orantılı bir hızla, ya da "frekans"la değişir.

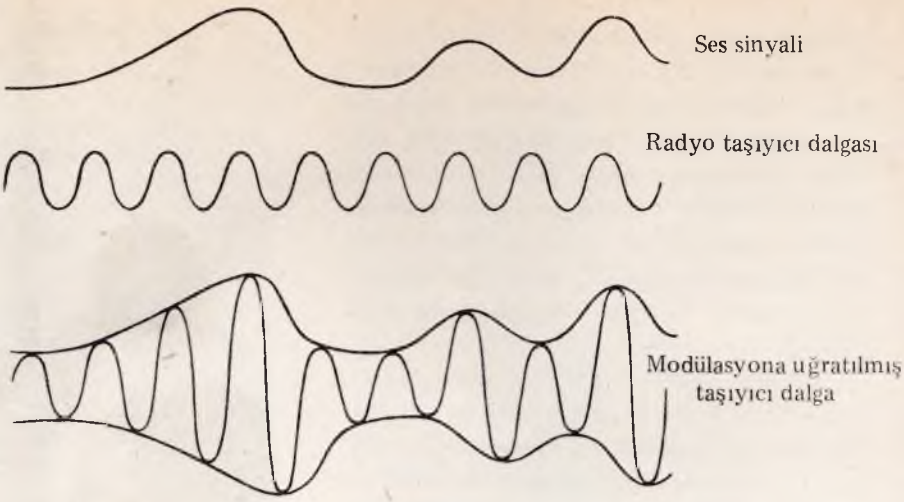
Akım şimdi "ses dalgalarının frekansı"ndadır. Bundan sonra akım, ses dalgaları frekansını büyüten bir amplifikatöre verilir. Güçlenen akım "taşıyıcı sinyal" denen bir sinyalle birleştirilir. Bu sinyalin frekansı daha yüksektir. Buna "radyo frekansı" denir. Ses dalgaları frekansı sinyali, taşıyıcı sinyali değiştirir ya da yumuşatır. Buna "modülasyon" denir.

Modülasyona uğramış taşıyıcı sinyal, iletici telsiz antenine verilir. Antendeki elektrik akımları radyo dalgalarının her yönde yayılmasını sağlar. Dalgalar ışık hızıyla yol alır (saniyede 300 milyon metre). Radyo dalgaları alıcı bir telsiz antenine çarpınca, antenin içine iletici telsiz antenindekilere benzer çalkantılı dalgalar verirler.

## RADYODA SES ALINIŞI

Antenin aldığı bu dalgalar çok zayıf olabilir. Onun için, radyo alıcısı dalgaları almak üzere ayarlanınca, dalgalar bir radyo-frekans amplifikatörüne giderek büyütülür. Bundan sonra dalgalar bir "dedektör"e gönderilir. Dedektörün görevi ses dalgaları frekansı sinyalini taşıyıcı dalgadan ayırmaktır.

Şimdi geride verici radyo istasyonundaki mikrofondan çıkan akım çizgilerine benzer çizgiler kalmıştır. Bu akım çizgileri bir ses dalgaları frekans amplifikatörü ile büyütüldükten sonra bir hoparlöre verilir. Hoparlör mikrofonun yaptığı işin tersini yapar. Bir elektromıknatısa doğru akan elektrik akımları, bir diyaframın ileri-geri hareket etmesine yol açar. Böylece ses dalgaları havaya yayılır. Bu ses dalgaları mikrofona çarpan ilk ses dalgalarının bir benzeridir.



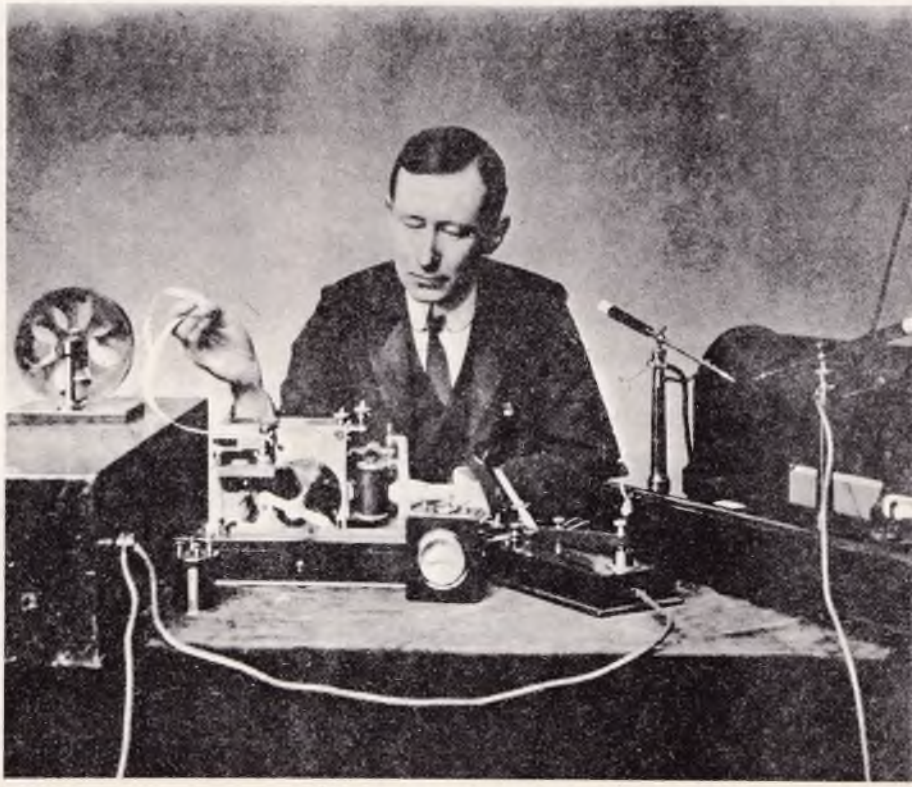

Modülasyon ilkesini açıklayan resim. Mikrofondan (yukarıda) çıkan ses ya da ses sinyali, daha yüksek frekanslı radyo taşıyıcı dalgası ile birleştirilir (ortada). Böylece değiştirilmiş, ya da modülasyona uğratılmış bir taşıyıcı dalga elde edilir ki, bu radyo yayınıdır (altta). Radyo alıcısının içinde detektör denen bir aygıt ses sinyalini taşıyıcı dalgadan ayırır.

### MARCONİ

Guglielmo Marconi (1874-1937) daha yirmibir yaşındayken ilk kullanışlı telsiz telgrafı yaptı. Marconi İtalyan babası ve İrlandalı annesiyle birlikte Bolonya'da yaşıyordu ki, Hertz'in elektromanyetik dalgaları keşfettiğini öğrendi. Bu dalgaların haber taşımakta kullanılabileceğini düşündü. Önemli bir bilimsel eğitim görmemiş olduğu halde, Hertz'in deneyini tekrarlamak üzere çalışmaya koyuldu. Maden bir halkanın boşluğunda bir kıvılcım belirtmeyi başardı. Bunu, birkaç adım ötedeki bir aygıtın boşluğuna bir lelektrik gerilimi uygulayarak sağlamıştı.

Marconi bundan sonra dalgayı daha kullanışlı hale getirmeye çalıştı. İlk başarısı iki kat aşağıdaki bir odada bir elektrik zilini çaldırmak oldu. Bundan sonra vericiye bir Morse anahtarı bağladı, bir tepenin ardındaki kardeşine bu yoldan mesaj göndermeyi başardı. Kardeşi mesajı aldığını bir tüfeği ateşleyerek Marconi'ye bildirdi.

Marconi buluşunu İtalyan hükümetine sunduysa da, kimsenin ilgisini çekemedi. Bunun üzerine İngiltere'ye giderek yaptığı aygıtı önce Londra'da, GPO'nun çatısında, sonra da Salisbury'de deneyerek açıkladı. Özellikle Deniz Kuvvetleri Komutanlığı Marconi'nin buluşuyla çok ilgilendi. Böylece Marconi aygıtı geliştirerek deniz üzerinden mesajlar gönderecek hale getirdi. 1899'da Manş Denizi üzeinden ilk telsiz telgraf mesajını gönderdi. 12 aralık 1901'de de Cornwall'da Poldhu'dan Newfoundland'de St. John's'a ilk Atlantik aşırı, uzun mesafeli telsiz sinyalini iletmeyi başardı.



Guglielmo Marconi yaptığı radyo vericisi ve alıcısının başında (1902). Bundan bir yıl önce Marconi buna benzer bir düzenle radyo sinyallerini Atlas Okyanusu'ndan öteye iletmeyi başarmıştı.

AM VE FM

Radyo sinyallerinin iletiminde kullanılan taşıyıcı dalga, iki yoldan modülasyona uğratılır. Ya taşıyıcı dalganın gücü sinyallerin düzenine uyacak biçimde değiştirilir (buna "amplitude (genlik) modulasyon" ya da AM denir), ya da taşıyıcı dalganın frekansı değiştirilir (buna da "frekans modülasyonu" ya da FM denir).

Eskiden radyo iletiminde daha çok AM kullanılırdı. Bir AM dalgası büyük uzaklıkları aşabilir. Çünkü kullanılan uzun, orta ve kısa dalgalar iyonosferde gerisin geri yansıyarak, Dünya'nın eğimini izler. İşin kötüsü, elektriksel parazitler de AM'dir. Bu da kimi vakit sesin alınışını zorlaştırır.

FM dalgaları ise Dünya'nın eğimi çevresinde yansımaz. Bundan dolayı da ancak yakın kaynaklı FM dalgaları alınabilir. Yalnız, FM dalgalar dış kaynaklardan kolayca etkilenmez, parazitlenmez. Dolayısıyla daha iyi alınabilir. FM dalgalarının alınış kalitesi de daha yüksektir; çünkü bu dalgalar daha yüksek frekansları daha doğru biçimde taşıyabilir.

İYONOSFER

Radyo dalgaları tıpkı ışık dalgaları gibi, düz bir çizgi halinde yol alır. Dolayısıyla bunlar yansıtılmazsa, iletici telsiz anteninden dosdoğru uzaya giderler. Böyle olunca, telsiz antenini görmeyen dinleyiciler radyo sinyallerini alamazdı. Neyse ki radyo dalgalarının çoğu Dünya atmosferinin 80 ile 480 Km. üzerindeki elektrik yüklü "tabakalardan" yansır. Bu bölgeye "iyonosfer" denir. Çünkü bileşiminin hemen tamamı iyonlardan, yani elektrik yüklü atomlardan meydana gelmiştir. Kısa dalgalar uzun dalgalardan daha kuvvetli yansır. Bundan ötürü, uzun mesafeli iletimlerde kısa-dalga radyo kullanılır.

TELEVİZYON

Radyo gibi, televizyon da iletilebilen, alınabilen ve yeniden ilk düzenine dönüştürülebilen elektromanyetik sinyallerin üretilmesi temeline dayanır. Ses iletiminde, olaylar zinciri bir mikrofonla başlar; mikrofon ses dalgalarını elektrik sinyallerine çevirir; öbür uçtaki hoparlör de elektrik sinyallerini yeniden ses dalgalarına dönüştürür. Böylece alıcıda orijinal sesin bir benzeri elde edilmiş olur.

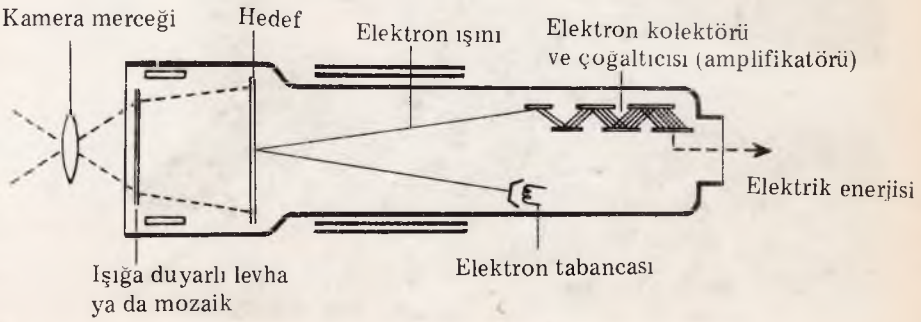
Fotoğraf iletiminde ise, anahtar "kamera" dır. Kamera fotoğrafı çekilecek görünüme "bakar" ve görüntüyü elektriksel dürtülere çevirir. Sistemin öbür ucunda, radyodaki hoparlörün yerinde bir katot-ışını tüpü vardır. Bu tüp elektriksel dürtüler düzenini görünür bir görüntüye dönüştürür.

TELEVİZYONDA İLETİM

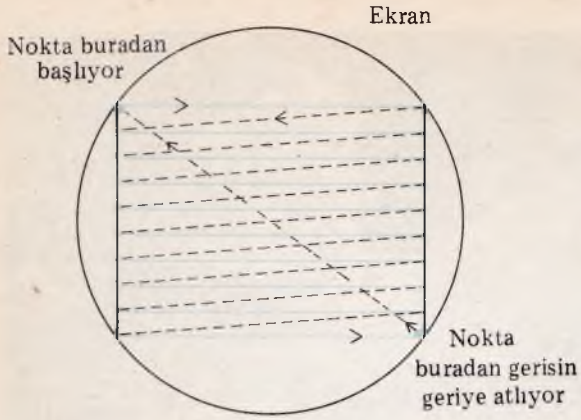
Televizyon kamerasının içinde ışığa duyarlı bir "levha" vardır. Bir mercek ya da mercekler aracılığıyla, dışarıdaki görünümün bir görüntüsü bu levha üzerinde oluşur. Levhanın yapıldığı madde özeldir; ışığın düştüğü yerlerde elektronlar serbest kalacak biçimde yapılmıştır. (Buna "foto-elektrik etki" denir). Böylece, levhanın parlak ışık alan yerlerinde daha çok, daha az ışık alan yerlerinde ise daha az elektron serbest kalır. Elektronlar "hedef" denen başka bir levhaya doğru yol alır. Burada pozitif elektrik yüklü bir düzen meydana getirirler. Meydana gelen elektriksel düzen, orijinal ışık düzeninin eşdeğeridir.

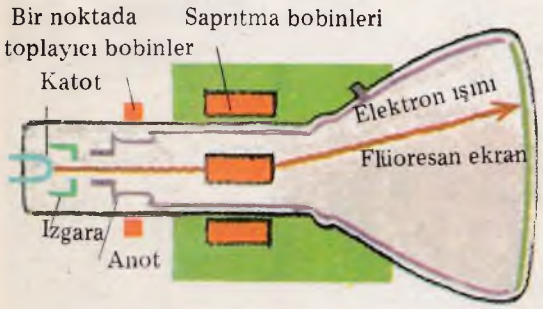
Bir elektron tabancasından çıkan durağan bir elektron ışını, soldan sağa doğru ritmik hareketlerle ve yatay şeritler biçiminde hedefi tarar. Her şeridin sonunda çabucak bir sıra aşağıya, sol uca atlayarak yeniden işe koyulur. Bütün bu tarama işlemi saniyenin 1/25'i içinde tamamlanır. Işın taramayı durmaksızın sürdürür. Yatay çizgilerin sayısı her ülkeye göre değişir. Örneğin İngiltere'de çift sıra yatay çizgi sayısı toplamı 405 ya da 625'tir. ABD'nde 525, Fransa'da ise 819 çizgi kullanılır.

Kapalı devre televizyon (CCTV) işler durumda. CCTV endüstride, hastanelerde, mağazalarda, okullarda, danışma, bilgi, eğitim ve öğretim amacıyla giderek daha çok kullanılmaktadır.




Televizyon alıcı tüpünün ya da TV kamerasının çalışma ilkesi. Mozaik denen ışığa duyarlı levha üzerine düşen ışık miktarıyla orantılı olarak elektron salar. Bu elektronlar bir hedef levhasına doğru yol alır ve burada elektrik yüklerinden oluşmuş bir düzene girerler. Bir elektron ışını hedefi tarar, her noktadaki elektrik yükünün yoğunluğuna göre hedeften geri yansır. Böylece değişken bir elektron akışı, yani bir elektrik akımı meydana gelir.



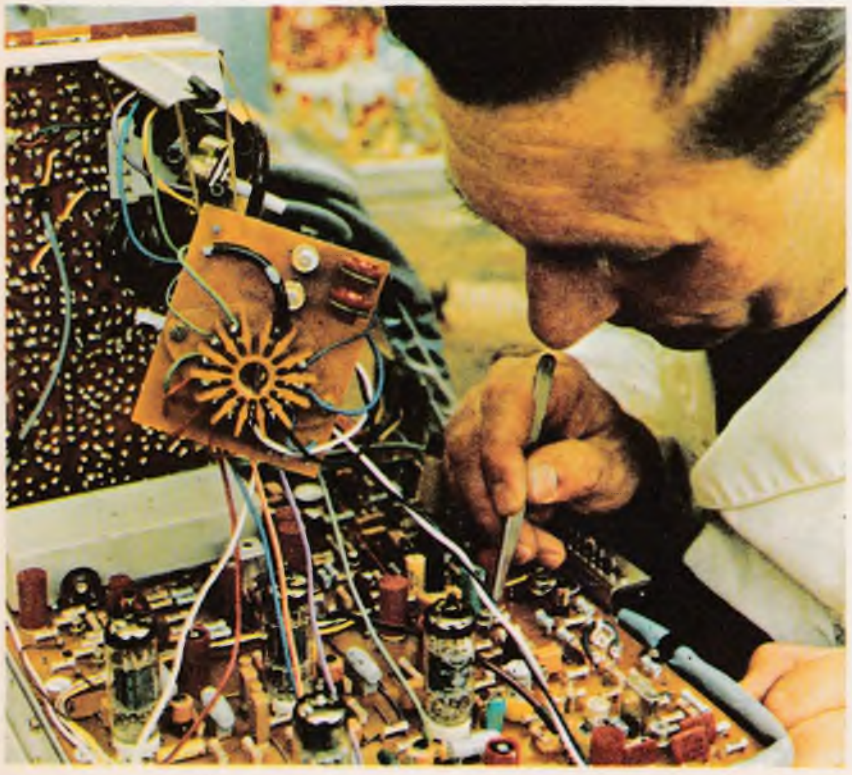




Yukarıda: Basit bir tarama düzeni. Katot ışını televizyon tüpünün içindeki elektron ışını, ileri-geri hareket ederek ekranı tarar. Bu tarama, kamera tüpünün içindeki ışının hareketi ve hızıyla eşdeğerdir. Kamera tüpün içindeki ışının yoğunluğundaki değişiklikler, alıcı tüpün içindeki yoğunlukta meydana gelen değişikliklere paraleldir. Böylece kamera tüpündeki görüntünün eşi ekranda görülür. Televizyon alıcısında ızgara parlaklığı, saptırma bobinleri de taramayı denetler (aşağıda).

VİDEO-TEYP

Teyp aracılığıyla sesi kaydedebiliriz. Ses mikrofon aracılığıyla değişken elektrik sinyallerine dönüştürülür. Bu sinyaller manyetik bir teyp bandı üzerinde değişken bir düzen meydana getirirler. Bant teypte yeniden çalınınca, bandın üzerindeki değişken manyetik düzen yeniden elektrik sinyallerine, sonra da sese dönüşür.

Televizyon kamerasından çıkan elektrik sinyalleri de buna benzer bir yolla ses mikrofonundan çıkan uygun sinyallerle birlikte, manyetik bir teyp üzerine kaydedilebilir. Bu tür teyplere "video-teyp" denir. Bant yeniden çalınınca, ilk elektrik sinyallerinin bir benzeri meydana gelir. Bunlar, bilinen yoldan, bir televizyon filmi biçiminde iletilebilir. Video-teypin normal bir teypten çok daha hızlı hareket etmesi gereklidir. Çünkü ancak çok hızlı olursa, tarama mekanizmasından gelen tüm sinyallere ayak uydurabilir. Sinyaller çok kez özellikle geniş bir manyetik bant üzerine, zikzak biçiminde bir düzenle kaydedilir.



Bir elektronik mühendisi, montaj fabrikasına gitmeden önce renkli bir televizyonu denetliyor. Devreler nekadar karmaşık, değil mi?

Tarama ışınının içindeki elektronlar, hedef üzerinde büyük pozitif elektrik yüklü bir bölgeye rastlayınca, çekilip tutulurlar. Öbür bölgelerde ise daha çok sayıda elektron gerisin geri yansıyarak "kolektöre" döner. Bunun sonucu olarak, kolektöre akan akım, hedef üzerindeki elektrik yüküyle orantılıdır; yani orijinal görüntünün parlaklığındadır.

Bu akım büyütüldükten sonra vericiye gönderilir. Burada akıma "senkronizasyon" uygulanır. Böylece alıcının tarama ışınının, kameranınki ile eş zamanda olması sağlanır. Akım iletici telsiz antenine verilmeden önce, "ses" sinyali de eklenir. İletimde çok yüksek (VHF) ve üstün yükseklikte (UHF) radyo frekansları kullanılır.

## TELEVİZYON ALICISI

Televizyon alıcısı tıpkı radyo alıcısı gibi, sinyalleri telsiz anteniyle alır. "Video", yani görüntü sinyali, "audio", yani ses sinyalinden ayrılır, bir elektrik titreşimleri silsilesi halinde katot ışını tüpüne verilir. Bu elektriksel titreşimler, televizyon stüdyosunda kameradan çıkan titreşimlerin benzeridir. Tüpün içinde bir elektron tabancası vardır. Bu tabanca, tıpkı kameranın içindeki tabanca gibi çalışarak, floresan bir ekranı bir uçtan bir uca tarar.

Elektron ışınının kuvveti sinyalin kuvvetine göre değişir. Elektronlar flüoresan ekranın yüzeyine çarpınca, ekranı aynı zamanda sinyalin şiddetine dayanan bir parlaklık düzeniyle aydınlatırlar. Elektron ışını, katot-ışını tüpünün ekranını, televizyon kamerasının içindeki ışınla aynı hızda ve aynı ânda tarayacak biçimde ayarlanmıştır. Böylece televizyon alıcısının ekranında, kameranın levhasında oluşan görüntüye benzer bir görüntü elde edilir.

## RENKLİ TELEVİZYON

Yukarıda anlattığımız sistemde ancak açık ya da koyu, siyah-beyaz TV fotoğrafları elde edilir. Böyle resimlere "monokrom" (tek renkli) denir. Televizyonla renkli fotoğraflar da iletilebilir ve seyredilebilir. Bunun için, üç ana rengin —kırmızı, mavi, yeşil— değişik karışımları kullanılır. Bu üç renkle uygun karışımlar yapılınca, Doğa'da bulunan hemen bütün renkler elde edilebilir.

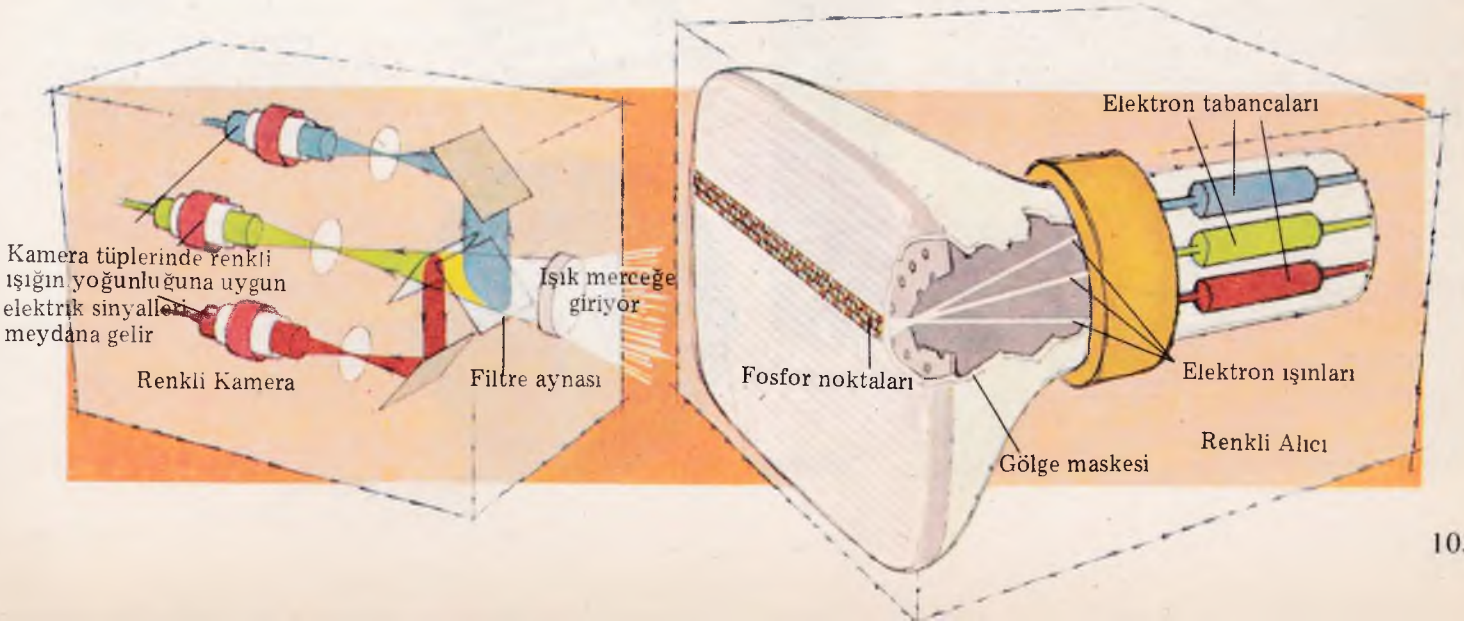
Renkli televizyonda üç ayrı sinyal kullanılır; bunların her biri ana renklerden biri içindir. Renkli kameranın mercekler sistemi, filtreler aracılığıyla, görüntüyü üçe böler. Bunlar üç ayrı kamera tüpünden geçirilerek kendi renkleriyle sinyaller elde edilir.

Renkli televizyon alıcısının katot-ışını tüpünde üç elektron tabancası vardır. Tabancalardan biri kırmızının, biri mavinin, öbürü de yeşilin sinyallerini alır. Floresan ekran binlerce minik

fosfor noktacığı ile kaplanmıştır. Bunlar üç grup halindedir. Her grupta, bir fosfor zerreciği kırmızı ışığı, biri mavi, biri de yeşil ışığı oluşturur. Ekranın arkasında bir "gölge-maskesi" vardır. Bu maskedeki delikler öyle bir biçimde düzenlenmiştir ki, her elektron tabancasından çıkan ışın ancak kendi rengine uygun olan fosfor noktalarına çarpsın. Böylece orijinal görünümün gerçek renklerine uygun bir görüntü elde edilir.

Yukarıda: Tarihi bir filmin çekilişi sırasında televizyon stüdyosundan bir görünüş.

Aşağıda: Renkli bir TV kamerasının ve alıcısının parçaları. Alıcıdaki üç elektron tabancası ile üç kameraya dikkat edin. Bunların her biri ana renklerden birine aittir.



# Bilgisayarlar

Fabrikalarda makineler ilk kullanılmaya başladığı zaman, bazı kimseler buna karşı çıkarak makineleri parçalamaya kalkıştı. Çünkü, makinelerin insan çabasının yerini almaması gerektiğine inanıyorlardı. 1822'de Charles Babbage bir çeşit hesap makinesi taslağı çizdiğinde de buna benzer tepkiler doğdu. Hattâ toplum bundan okadar hoşlanmadı ki, makine hiçbir zaman tamamlanamadı.

Daha sonraki yıllarda çeşitli hesap makineleri yapıldıysa da, ilk gerçek bilgisayar 1944'te Amerika'da yapıldı. Bugün endüstride, ticarette birçok günlük işleri bilgisayarlar yapmaktadır. Bir bilgisayar insanın yapabileceği hemen her şeyi yapabilir. En büyük değeri, örneğin rakamları toplamak gibi basit işlemleri insanlardan çok daha çabuk yapabilmesidir. Bunun bir sonucu olarak eskiden oldukça zahmetli olan ve vakit alan birçok işler bugün bilgisayarlarla kolayca yapılabilmektedir.

## BİLGİSAYAR ÇEŞİTLERİ

İki ana çeşit bilgisayar vardır: Kendisine verilen rakamları ikili rakam olarak kullanarak hesap çıkaran bilgisayar, verilen rakamları elektronik nicelikler biçiminde kullanarak hesap çıkaran bilgisayar. İkili rakam yöntemiyle çalışan bilgisayardan genellikle matematik hesaplar yapmakta yararlanılır. Rakamlar bilgisayarda çeşitli yollarla temsil edilir. Örneğin otomobillerdeki ya da bisikletlerdeki kilometre saatlerinde rakamlar bir dişli çarkın dişleri biçiminde belirlenmiştir. Bisiklet siklometresi basit bir bilgisayardır. Ön tekerlek her dönüşü tamamladıkça, yıldız biçimi bir çarka vurarak, dönüşü tamamladığını siklometreye bildirir. Yıldız biçimi çark da belli sayıda dönüşü tamamlayınca, bir göstergeyi harekete geçirir. Bu gösterge yüz metrelik bölümlere ayrılmıştır. Göstergenin tam bir dönüşü tamamlanınca, kilometrelere bölünmüş başka bir gösterge harekete geçer. Bu iş böyle sürüp gider.

Hesap makinelerinin çoğu bu ilkeye dayanır. Rakamları toplamak için dişli çark takımlarından yararlanılır. Bununla birlikte, mekanik makineler hızca kısıtlıdır. Modern, hızlı hesap makineleri ise elektroniktir.

Kendisine verilen rakamları elektronik nicelikler biçiminde kullanarak hesap çıkaran bilgisayarlar ise daha değişik bir yöntemle çalışır. Bunlara örnek olarak termometreyi gösterebiliriz. Örneğin, bir ocaktan gelen sıcaklık bir borunun içindeki sıvının genleşmesine yol açar. Sıvının genleşmesi ölçülür ve genleşme oranı sıcaklık dereceleri terimleriyle anlatılır. Verilen rakamları elektronik niceliklere dönüştürerek kullanan bilgisayarları daha çok bilim adamları kullanır. Bunlar genellikle özel bir iş yapmak üzere hazırlanmıştır.

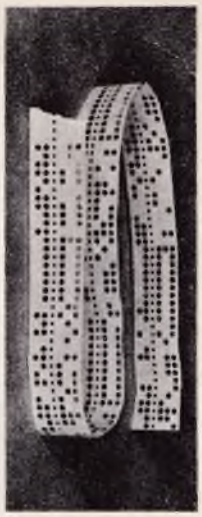
Bilgisayarlar iki bölümden meydana gelmiştir: 1) Bilgisayarın parçaları, 2) Verilen bilgi ve programlar.

## BİLGİSAYARIN PARÇALARI

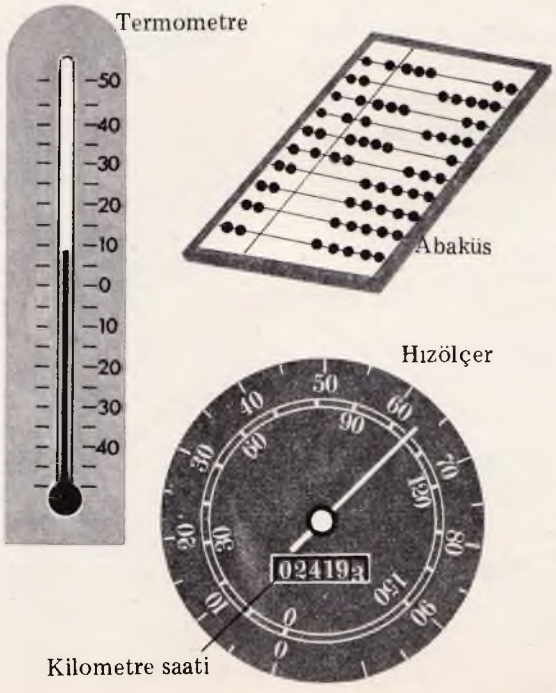
Bilgisayarın yüreği, daha doğrusu beyni "merkezi işlemleme ünitesi"dir. Bilgisayarın kararlar veren, matematik hesaplar yapan, verilen bilgi ile alınan bilgi ünitelerini denetleyen ana parçası budur. Verilen bilgi üniteleri, merkezi işlemleme ünitesine bilgi sağlar. Merkezi işlemleme ünitesi bu bilgileri işleyerek bize verir. Merkezi işlemleme ünitesi bu amaçla üç bölüme ayrılmıştır: Bir depo ya da bellek ünitesi, bir denetim ünitesi ve bir aritmetik ünitesi.

"Bellek ünitesi" bilgiyi depo etmeye yarar. Gerektikçe bilgi bellekten çıkarılarak kullanılır. Bellekte ayrıca "program" denen birtakım talimatlar da depo edilmiştir. Program bilgisayara verilen bilgileri ne yapması gerektiğini bildirir. Sık sık gerekli olan ve hemen el altında bulundurulması gereken bilgiler ve talimatlar, bellek ünitesinin içine içten depolanır. İçten depolama halka biçimi manyetik çekirdeklere dayanır. Bu çekirdekler her iki yönden de mıknatıslanabilir. Arada sırada gerekli olan çok miktardaki öbür bilgiler ise manyetik bantlar, gömlekler, diskler ve kartlar üzerine "dıştan" depo edilir.

"Denetim ünitesi" bellek ünitesindeki bilgi ve talimatları seçer, yorumlar ve "aritmetik ünitesinde" talimatların yerine getirilişini denetler. Aritmetik ünitesi kendisine verilen bilgileri denetim ünitesinin talimatına uygun biçimde toplar, çıkarır, karşılaştırır.

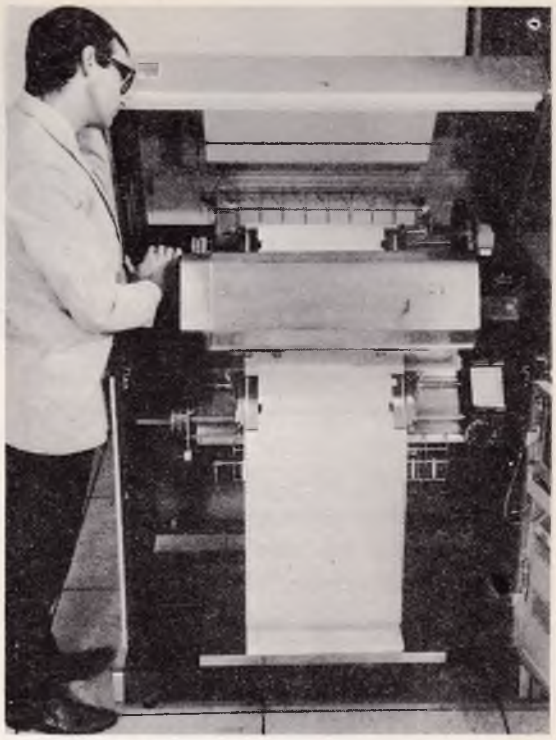


Bilgisayarlara bilgi verirken çok kez delikli kâğıt şerit kullanılır.




Birkaç basit bilgisayar. Termometre kendisine verilen rakamları nicelikler biçiminde kullanan bir bilgisayardır. Çünkü bir niceliği (sıcaklık derecesini) başka bir niceliğin (sütunundaki cıvanın yüksekliği) terimleriyle bildirir. Hızölçer de bu türden bir bilgisayardır. Abaküs ile kilometre saati ise doğrudan doğruya rakamlarla uğraştıklarından, verilen rakamları ikili rakam olarak kullanan bilgisayarlardır.

Solda: Birçok bilgisayara bilgi delikli kartlar aracılığıyla verilir. Fotoğrafta bir operatör kart okuyucuya delikli kart yüklerken görülüyor.



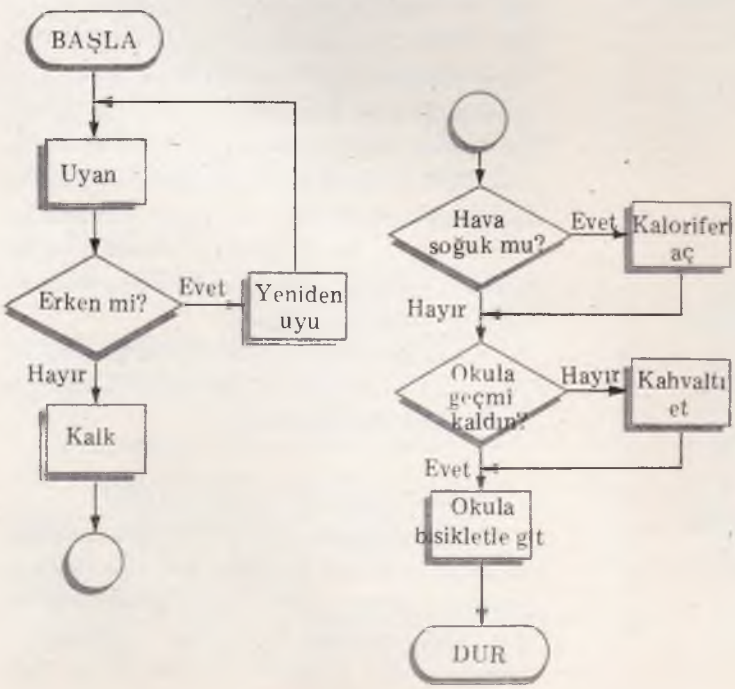
Sağda: Bilgisayarların en önemli özelliği işlemleri korkunç bir hızla yapabilmeleridir. Bu, özellikle sonuçların basılışı sırasında dikkati çeker. Örneğin resimdeki bilgisayar dakikada 900 satır basabilecek güçtedir!

Aritmetik ünitesi hesapları büyük bir hızla yapar. Bunun için, "çift" rakamlardan yararlanır. Çift değişkenli aritmetikçe yalnız iki sayı, 1 ile 0 kullanılır. Bu sayede bilgisayar basit bir "kesintili" ilkeyle çalışabilir. "Kesintisiz" elektrik akımı, ya da elektriksel bakımdan pozitif bir akım bir rakamı; kesintili bir akım, ya da elektriksel bakımdan nötr bir akım ise öbür rakamı temsil eder. Çift değişkenli rakamlara genellikle "en küçük bilgi iletme birimi" denir.

Bilgiler bilgisayara çeşitli yollarla verilebilir; delikli kartlar, bantlar, manyetik bantlar, diskler, gömlekler gibi. Bazı uygulamalarda talimatlar bir katot ışını tüpünün yüzeyine yazılır (televizyon ekranında olduğu gibi). Her bilgi verme aracının kendine özgü bir bilgi verme düzenine gereksinmesi vardır. Bu düzen kendisine verilen bilgi ve talimatları bilgisayarın kullanabileceği bir biçime sokar, yani bilgisayar "dil"ine çevirir.

Hesap işlemi tamamlandıktan sonra, bilgisayardan bilgi alırken de benzer araçlardan yararlanılır. İşlemden geçmiş olan bilgi istenirse basılabilir. Böylece yazılı bir belge elde edilmiş olur.

Aşağıda: Akış çizelgesi işlemine basit bir örnek. Sabahleyin okula gitmek gibi basit bir eylem, birbirini izleyen birçok evreye bölünmüş. Bilgisayar programlayıcısı da programını yazmaya başlamadan önce problemini buna benzer bir çizelge haline getirir.



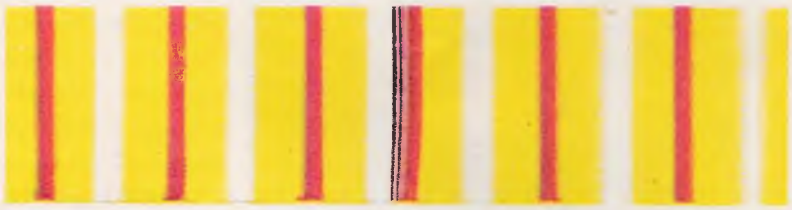

## PLAN, PROGRAM VE BELLETMELER

Bilgisayar için bir talimat programı hazırlayan kimseye "programlayıcı" denir. Programlayıcı, programı hazırlamaya başlamadan önce, kendisine yapılacak işin ayrıntılı bir açıklaması verilir. Bu açıklamada çözümlenecek problem açık bir dille anlatılır, yapılacak işlemler teker teker ve sırasıyla belirtilir. Buna "görev tanımlaması" denir. Programlayıcı buna bakarak bir "sistemler akışı çizelgesi" planlar. Bu çizelgede bilgisayarda yapılacak olan işlemlerin tümü simgelerle belirlenmiştir. Programlayıcı bundan sonra da bir "işlemler akışı çizelgesi" hazırlar. Bu çizelgede de yapılacak işlemler bütün ayrıntılarıyla belirtilir. Programlayıcı asıl programı hazırlarken, bu çizelgeyi bir rehber gibi kullanır.

Az önce de değindiğimiz gibi, bilgisayar ancak kendisine ikili rakamlar halinde verilen bilgileri işleyebilir. Bundan ötürü, bilgilerin bilgisayara ikili rakamlardan oluşmuş bir dille verilmesi gereklidir. Eskiden programlar doğrudan doğruya ikili rakam diliyle yazılıp hazırlanırdı. Bugün ise programlayıcı programını "bilgisayar" ya da "kaynak dili" denen özel bir dille yazar. Uygun biçimde programlandıktan sonra, bilgisayar bu kaynak dilini kendisi ikili rakam diline çevirir. En çok kullanılan bilgisayar dillerinin başında Algol, Fortran ve Cobol gelir.

# Ses

Titreşen bir tel her iki yöne doğru hareket ederken, önündeki havayı sıkıştırır ve arkasında kısmi bir boşluk doğmasına yol açar (yukarıda). Titreşen telden dağılan sıkışım dalgaları havayla iletilir (aşağıda).

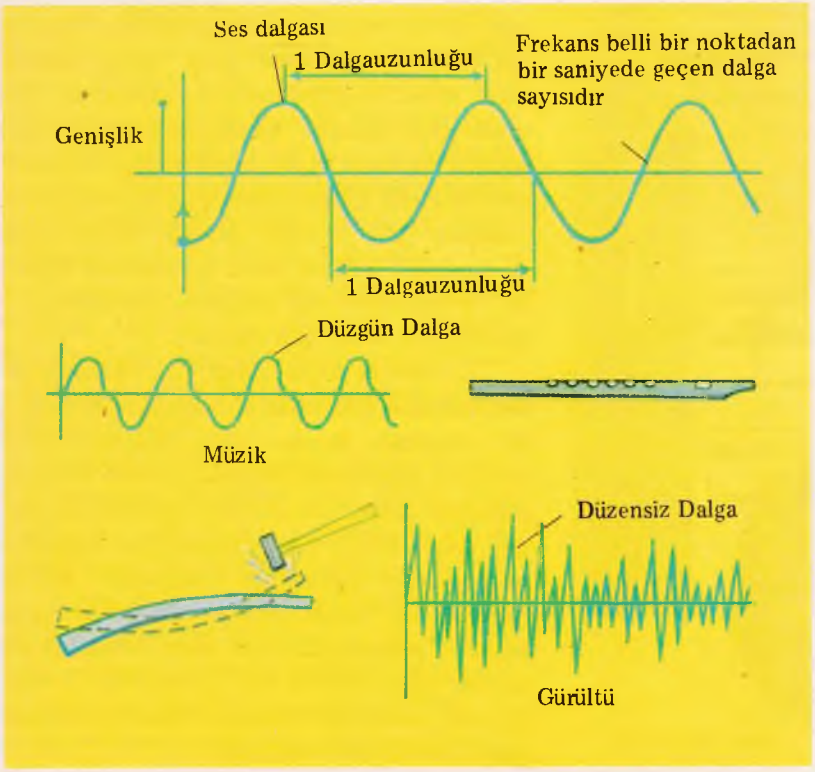


Hepimizin sevdiği sesler vardır: Bir tarlakuşunun ötüşü, dağda akan bir derenin şırıltısı, uzaktan uzağa gelen çan sesleri gibi. Bunun yanısıra sevmediğimiz sesler de vardır: Hava basıncıyla işleyen bir matkabın kulak tırmalayıcı gürültüsü, fare cıyaklaması, karatahta üzerinde tebeşirin çıkardığı keskin gıcırtı gibi. Peki, ister kulağa hoş gelsin, ister gelmesin, bütün bu sesler nasıl meydana geliyor?

Örneğin, bir kilise çanı çalarken yakınına gidip çana dokunursanız, çanın titreşmekte olduğunu görürsünüz. İşte sesin meydana gelişinde en önemli öğe, titreşimdir. Titreşen bir cisim titreşimlerini çevresindeki havaya da yayar. Cisim titreşirken ileri doğru hareket ettikçe, çevresindeki havayı "sıkıştırır". Sonra gerisin geriye, eski yerine gelir. O vakit hava cismin geride bıraktığı boşluğu doldurmak üzere "genleşir". Titreşen cismin hemen yakınındaki hava titreşimleri bitişiğindeki havaya geçirir. Bu yoldan titreşimler titreşim kaynağından her yöne doğru yayılır. İşte "ses dalgası" dediğimiz, havada yol alan bu titreşimlerdir. Bu titreşimler kulak zarımıza çarpıp zarın titreşmesine yol açınca, sesi duyarız. Titreşen kulak zarı beyne haber iletir, beyin de bunu ses halinde yorumlar.

İki ana çeşit ses vardır: "Uyumlu ses", "uyumsuz ses", yani gürültü. Belirli aralıklarla düzgün titreşimler yayan bir cisimden uyumlu ses çıkar. Düzensiz aralıklarla, gelişigüzel titreşen bir cisimden ise uyumsuz ses doğar. Titreşen bir diyapazon ya da bir keman teli düzgün titreşimler meydana getiren, yani uyumlu ses veren aletlerdir. Yerine iyi oturmamış, rüzgârda sallanan bir kepenk ise düzensiz titreşimler çıkaran, dolayısıyla uyumsuz ses veren cisimlere bir örnektir.

Ses dalgalarının özelliklerini gösteren resim. Uyumlu sesle uyumsuz ses arasındaki fark görülüyor.




Ses dalgaları yalnız havada yol almaz. Örneğin, su gibi bir ortamda da yol alabilir. Gemilerde, denizaltılarda "hidrofon" denen bir aygıt kullanılır. Bu aygıt suyun altındaki sesleri bulmaya yarar; örneğin düşman gemilerinin pervanelerinden yayılan sesi dinler. Tuhaftır ama, ses suyun içinde havadakinden daha hızlı yol alır. Ses havada saatte 1.200 Km. hızla yol almasına karşın, suda bunun dört katını aşkın bir hızla yol alabilir. Gerçekten de içinde yol aldığı ortam ne denli yoğunsa, ses de o denli hızla yol alır. Bir boşlukta ise hiç yol alamaz; çünkü boşlukta titreşimleri geçirebilecek bir ortam yoktur. Havacılıkta sesin hızı çok önemlidir; çünkü uçağın hızı ses hızına yaklaşırken çok acayip olaylar olur. Ama bugünün dev uçaklarının çoğu sesten hızlıdır (Bk: Sayfa 225). Ses ışıktan çok daha yavaş yol alır ki, bu da ilgiçekici etkiler doğurur. Örneğin, şimşeğin çaktığını gördükten saniyeler sonra gökgürültüsünü duyarız.

Bir sesin başlıca özellikleri alçaklığı-yüksekliği, şiddeti ve tınısıdır. Bu üç öğenin yardımıyla sesleri birbirinden ayırt ederiz.

## SESİN YÜKSEKLİĞİ-ALÇAKLIĞI

Islık sesi yüksek, yani tiz bir sestir. Homurtu ise alçak, yani pes bir sestir. Bir sesin tizliğini, pesliğini belirleyen etken, sesin kaynağı olan cismin titreşimlerinin hızı, yani "frekansı"dır. Frekans saniye başındaki titreşim ya da devir

sayısıdır. Ortalama olarak insan kulağı frekansı 20 ile 20.000 arasındaki sesleri duyabilir. Bazı hayvanlar ise insan kulağının duyamayacağı sesleri de duyabilir. Örneğin, köpeklerle yarasalar çok daha yüksek frekanslı seslere karşı duyarlıdır. İnsan kulağının duyamayacağı seslere "ultrasonik" denir. Saniyedeki titreşim sayısı, yani frekansı milyonu bulan seslerin çok ilgiçekici özellikleri vardır. Bu sesler, örneğin sondajda ve maden çatlaklarını bulmakta kullanılır.

Kimi vakit bir sesin perdesinde bazı değişiklikler olur. Örneğin bir polis otomobilinin canavar düdüğü, otomobil size doğru yaklaşırken daha yüksek, uzaklaşırken daha alçak gibi duyulur. Hareket eden cisimlerdeki bu perde değişikliğine "Doppler etkisi" denir. Bunu kolayca açıklayabiliriz. Hareketli cisim bize doğru gelirken, ses dalgaları bize doğru "toplanır" ve belli bir süre içinde normaldekinden daha çok sayıda ses dalgası kulağımıza ulaşır. Bundan dolayı sesin frekansı gerçekte değişmediği halde, ses bize daha yüksek gibi gelir. Hareketli cisim uzaklaşırken de bunun tam tersi olur. Kulağımıza daha az sayıda ses dalgası çarpar, çünkü ses dalgaları bizden uzaklaşarak "dağılır". Dolayısıyla frekans değişmediği halde, ses daha alçak gibi gelir.

## SESİN ŞİDDETİ

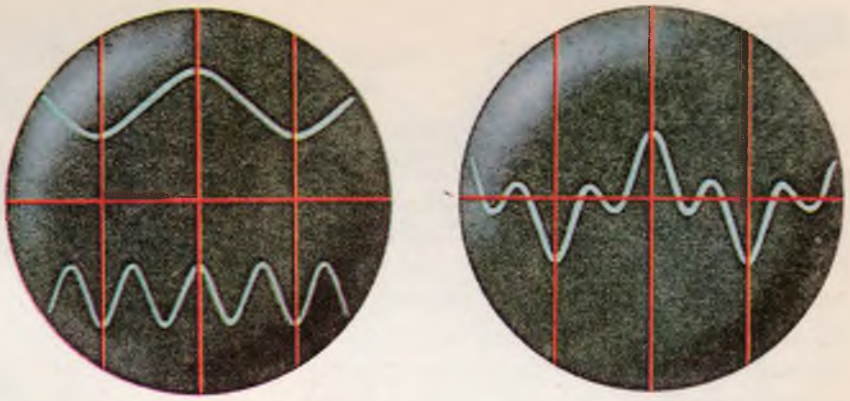
Bir sesin şiddeti, o sese neden olan titreşimlerin enerjisine bağlıdır. Büyük bir titreşim geniş bir ileri-geri harekete yol açar. Ses nekadar şiddetliyse, kulağımıza gelen ses de o denli şiddetlidir. Başka bir deyişle, şiddet sesin gücünü gösterir. Öte yandan ses kaynağından nekadar uzaktaysak, sesi okadar hafif duyarız.

Sesin şiddeti "desibel"le ölçülür. Örneğin, 0 desibellik bir sesi insan kulağı kolay kolay duyamaz. Fısıltının şiddeti 20 desibel dolaylarındadır. 40 metre kadar uzağımızdaki bir jet motorundan çıkan sesin şiddeti ise 130 desibel kadardır. Bunun üzerindeki sesler kulağı rahatsız eder. Çağdaş dünya yazık ki kulak tırmalayıcı seslerle dolu hale gelmiştir. Öyle ki ses de hava kirliliği gibi, bir tür kirlilik öğesi sayılmaya başlamıştır.

## TINI

Bir gitar teli ile bir keman telini aynı nota ya ayarlayarak, aynı yükseklikte ses verecek biçimde parmağımızla çekelim. İki ses de aynı şiddetle olduğu için, iki telin aynı sesi vereceğini sanırız. Oysa öyle olmaz. Temelde aynı şiddette oldukları halde, iki sesin tınıları farklıdır. Her çalgının kendine özgü bir sesi olması bundandır. Tınıları değişik olduğu için, örneğin gitar sesiyle keman sesini ya da korna sesini duraksamadan birbirinden ayırt edebiliriz.

Sesin tınısındaki bu değişikliğe yol açan nedir? Keman teli gibi ses veren bir cisim titreştiği



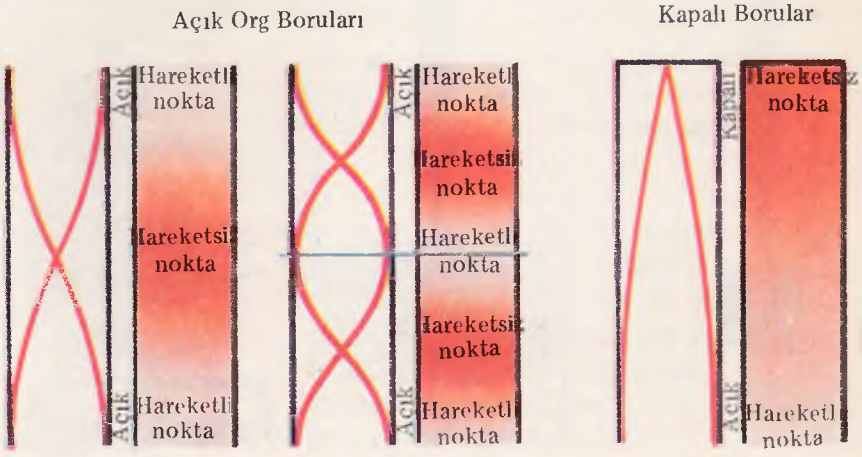
Ses titreşimleri bir osiloskop üzerinde görülebilir. Resimdeki çizgiler bir çalgının temel titreşiminin armonik seslerle nasıl değişebileceğini gösteriyor. Soldaki resimde armonik ses ana titreşimin altındadır. Sağdaki resimde ise ana titreşimle armonik ses bir aradadır.

vakit, çevresine bir ana titreşim yayar ki, buna "temel nota" denir. Ancak bunun yanısıra daha zayıf olmakla birlikte, başka titreşimler de yayar. Örneğin keman teli temel titreşimi meydana getirmek üzere bir bütün olarak titreşir. Öte yandan telin her yarısı, üçte biri, ya da dörtte biri de ayrıca titreşebilir. Bu ek titreşimlere temel frekansın "armonik sesleri" denir. Her çalgıya kendine özgü tınısını veren, temel ses üzerindeki armonik seslerin katkısıdır.

Org boruları içinde havanın titreşimi. Borunun içindeki dalganın oluşumu, havanın titreşim derecesini gösterir. Hava hareketsiz noktalarda hiç titreşmez, hareketli noktalarda en çok titreşir. Bir org borusunun açık uçlarında hareketli noktalar vardır. Soldaki resimde açık bir borunun temel titreşimi görülüyor. Onun yanındaki resimde ise aynı borunun armonik titreşimini görüyorsunuz. Daha başka da armonik titreşimler vardır. Sağdaki resimde ise kapalı bir org borusunun temel titreşimi görülüyor. Kapalı borudaki armonik titreşim sayısı, açık borudakinin ancak yarısı kadardır. Bundan dolayı da kapalı borudan çıkan ses açık borudan çıkandan büsbütün başkadır.

## REZONANS (Seselim)

Kimi sopranolar yüksek notaları söylerken camların kırıldığı bilinen bir şeydir. Gene aynı nedenle, örneğin bir havagazı alevi de titreşebilir. Buna yol açan olağanüstü bir olay değil, sesin rezonans (seselim) denen özelliğidir. Bazı cisimlerde belli bir doğal frekans vardır; bu frekansla karşılaşınca titreşirler. Uyarıcı titreşim uzarsa, uyarılmış olan titreşimler de giderek büyür. Örneğin soprano olayında camın içindeki titreşimler okadar şiddetlenir ki, sonunda camın kırılmasına neden olur.



# Hidrostatik

Bir tahta parçasını suya atarsak yüzer. Tahtayı suyun içine doğru itip bırakırsak, yeniden su yüzüne yükseldiğini görürüz. Su tahtayı kaldırır, yani tahtanın üzerine yukarı doğru bir kuvvet uygular. Buna "su üzerinde durabilme" özelliği denir. Suya ağır bir cisim atarsak, battığını görürüz. Cismi dengede duracak biçimde bir şeye astıktan sonra suya daldıralım. Cismin suyun dışındayken olduğundan daha hafif çektiğini görürüz. Meydana gelen ağırlık kaybı, suyun cisim üzerindeki yukarı doğru itişinden ileri gelir. Buna suyun "kaldırma" özelliği denir. Cisim iyice suya daldırılırsa, suyun bir kısmını yana iter, yani suyun yer değiştirmesine yol açar. Bu yer değiştirmiş olan suyu tartalım; suyun yukarı kaldırma özelliğinden dolayı cismin kaybetmiş olduğu ağırlığa eşit olduğunu görürüz. Yaptığımız bu deney Arşimet ilkesinin gerçekliğini doğrular. İlke yalnız su için değil, bütün sıvılar ve gazlar için geçerlidir. Arşimet kanunu hareketsiz sıvıları inceleyen bir bilim dalı olan hidrostatiğin temel kanunlarından biridir.

Cisim sudan daha hafifse yüzer. Cisim bir sıvı içinde yüzüyorsa, cismin ağırlığı yer değiştirmesine neden olduğu sıvının ağırlığına eşittir.

Arşimet ilkesinin en önemli uygulanma alanı gemilerdir (Bk: Sayfa 118). Gemiler çelikten yapılır ve binlerce ton ağırlıktadır. Öyleyken, yüzebilirler. Çünkü büyük miktarda suyun yer değiştirmesine yol açarlar. Yer değiştirmesine neden olduğu suyun kaldırışı geminin toplam ağırlığını dengeleyene kadar gemi suyun içine batar. Arşimet ilkesinin başka bir önemli uygulama alanı da "hidrometre"dir. Hidrometre sıvıların yoğunluğunu ölçmeye yarayan bir aygıttır.

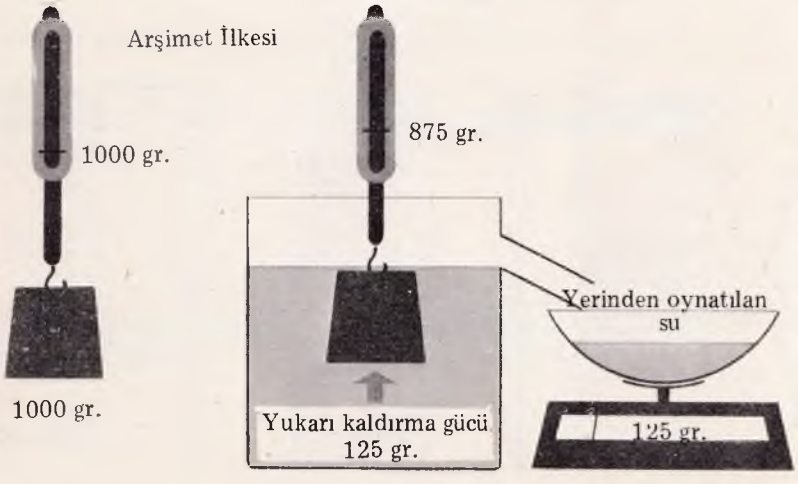
Herhangi bir cismi bir sıvıya daldırırsak, cisim yerinden oynattığı sıvının ağırlığına eşit bir kuvvetle kaldırılır. Sıcak hava balonlarında balonun içi hafif, sıcak havayla doldurulur. Yerinden oynatılan havanın ağırlığı, dolayısıyla da kaldırma kuvveti, balonun ağırlığını aşınca, balon yukarı doğru yükselir.

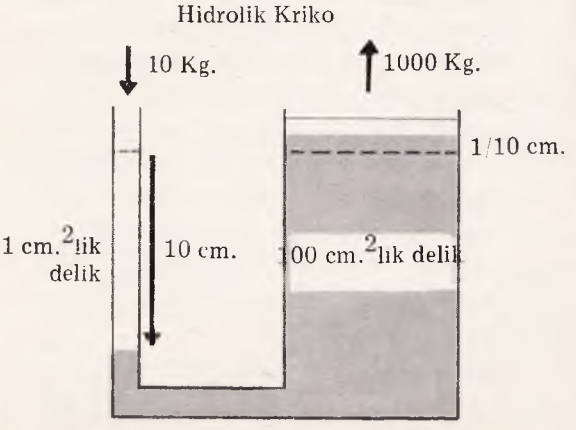
## SIVI BASINCI

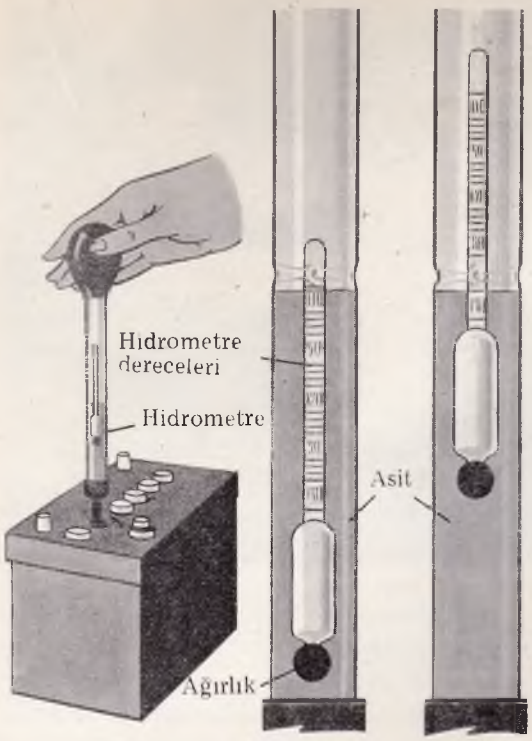
Bir kovaya su dolduralım. Kovanın ağırlığının arttığını görürüz. Başka bir deyişle, suyun kovanın dibine, aşağı doğru yaptığı basınç artar. "Basınç" bir yüzeyin üzerinde belli bir bölgeyi, diyelim bir santimetrekareyi etkileyen kuvvettir. Kovaya su doldurdukça kovanın ağırlığı artar ama, kovanın dibinin yüzölçümü, yani alanı aynı kalır. Dolayısıyla alan değişmediği için, üzerine yapılan basınç artar. Başka bir deyişle, basınç suyun derinliğiyle ya da yüksekliğiyle orantılı olarak artar. Basıncın etkisi her yönde aynıdır. Kovayı çeşitli yerlerinden delersek, her deikten su fışkırdığını görürüz.

Sıvı basıncından birçok alanda yararlanırız. Örneğin hidroelektrik santrallarda, yüksekten akan büyük miktardaki suyun basıncını kullanarak enerji elde ederiz. Böyle santrallarda suyun doğal yüksekliğinden yararlanılabileceği gibi, ırmak vadisine bir baraj kurularak suyun yüksekten düşmesi de sağlanabilir. Elbet barajlar basınçtaki artmanın derinlikle orantılı olacağı biçimde yapılır (Bk: Sayfa 156). Derin deniz dalgıçları su basıncını her zaman dikkate almak zorundadır.

Aşağıda, solda: Arşimet ilkesini açıklayan resim. 1.000 gr.lık bir cismi suya daldıralım; cismin ağırlığında bir eksilme olur. Eksilen ağırlık cismin yerinden oynattığı suyun ağırlığına eşittir. Aşağıda, sağda: Hidrolik krikonun çalışma ilkesi. 1 santimetrekare üzerine uygulanan 10 Kg.'lık bir kuvvet, $cm^2$. başına 10 Kg.lık bir basınç meydana getirir. Bu basınç sıvının içinde iletilir.

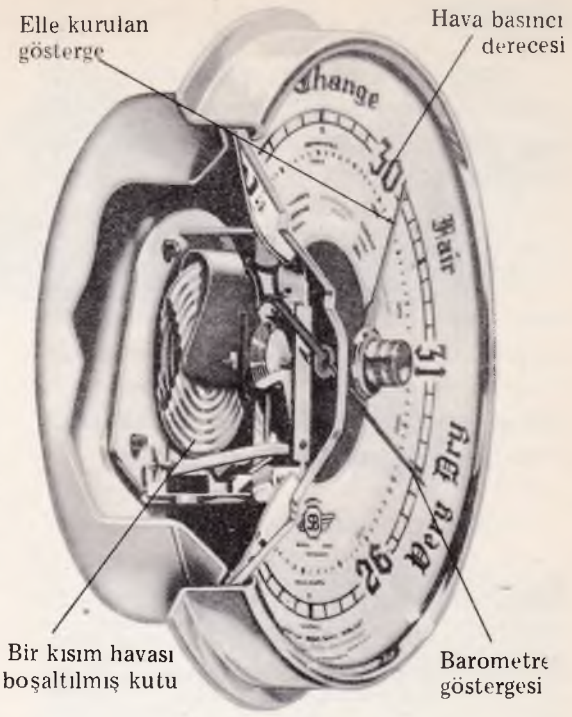





Solda: Bir otomobil akümülatörünün içindeki asidin özgül ağırlığı hidrometre ile denetleniyor. Hidrometre bir numune tüpünün içine konmuş. Tüpün içine asit çekiliyor. Hidrometrenin yüzdüğü yüzey, asidin özgül ağırlığını gösterir. Asidin özgül ağırlığı düşükse, akümülatörün iyi çalışmadığı anlaşılır.

Sağda: Kadranlı bir barometre. Hava basıncındaki değişiklikler, bir kısım havası boşaltılmış bir kutunun oluklu kapağının hareket etmesine yol açar. Bu hareket büyütülür ve bir gösterge aracılığıyla belirtilir. Kadranlı barometrenin önce standart bir aygıta göre derecelendirilmesi gerekir.




Kadranlı Barometre

Hidrostatiğin temel kanunlarından biri de şudur: Basınç bir sıvının içinde her yönde iletilebilir. Bununla birlikte basıncın ilk etkisi, sıvıyı sıkıştırmak olacaktır. Gazlar basınç karşısında kolayca sıkışabilirlerse de, sıvılar hiç sıkışmaz. Ne yaparsak yapalım, bir sıvıyı sıkıştıramayız. Sıvıların basıncı iletme özelliğinden birçok makinede yararlanılmıştır. Bunların başında "hidrolik pres" gelir. Temel olarak pres biri dar, biri geniş iki silindirden meydana gelmiştir. Silindirlerin içinde uygun büyüklükte pistonlar vardır. İki silindir birbiriyle bağlantılıdır ve içleri sıvıyla doludur. Diyelim, dar silindirin alanı 1 santimetrekare, geniş silindirinki ise 100 santimetrekare. Küçük pistonu 10 Kg.'lık bir kuvvetle aşağıya doğru itersek, sıvının içinden santimetrekare başına 10 Kg.'lık bir basınç iletilecektir. Bu basınç büyük pistonu (alanı 100 $cm^2$.) da etkileyince, 10 x 100 1.000 Kg. değerinde bir toplam kuvvet doğacaktır. Böylece ilk uygulanan kuvvet geniş ölçüde büyütülmüş olacaktır. Madenleri biçimlendirmekte 50.000 ton basınçla çalışan dev presler kullanılır (Bk: Sayfa 137). Buna benzer bir ilkeyle işleyen hidrolik aygıtlardan birçok makinede yararlanılır. Otomobillerin ana ayak frenleri hidroliktir. Uçakların iniş takımları da öyle.

Sıvıların içinde basınç, derinlikle orantılı olarak artar. Derinlik 3 m. arttıkça, $cm^2$. başına basınç da 1,5 Kg. artar. 9 m. derinlikte basınç yüzeydekinin hemen hemen 10 katı olur. Derin deniz dalgıçları, suyun altındaki korkunç basınca dayanabilmek için, sıkıştırılmış havayla doldurulmuş özel elbiseler giyerler.

## HAVA BASINCI

Biz farkında olmasak bile, atmosferin üzerimizde bir basıncı vardır. Buna atmosfer basıncı denir. Atmosfer basıncı ortalama olarak, santimetrekare başına 1033 gr. kadardır. Atmosfer basıncının nedeni üzerimizdeki atmosferin ağırlığıdır. Biz yükseğe doğru çıktıkça, üzerimizdeki atmosferin derinliği azalır. Dolayısıyla atmosfer basıncı da düşer.

Atmosfer basıncını "barometre" ile ölçeriz. En doğru sonuç veren barometre, cıvalı barometredir. Uzun bir cam boruyu cıva ile dolduralım. Sonra cam boruyu cıva dolu bir kabın içine sokalım. Borudaki cıvanın belli bir düzeye düştüğünü görürüz. Borunun içindeki cıva sütununun yüksekliği de değişir. Deniz düzeyinde normal hava basıncı cıva sütununu 760 milimetre yükseklikte durdurur. Bir de "aneroid", yani "kadranlı barometre" vardır. Bu barometre cıvalı barometre kadar doğru sonuç vermez.

## GAZ KANUNLARI

Biraz önce de değindiğimiz gibi, gazlar kolayca sıkışabilir. Bir gaz olan hava da öyle. Robert Boyle (1627-1691) bir gaz kütlesinin oylumunun, üzerine uygulanan basınca göre nasıl değiştiğini araştırmıştır. Bu araştırma sonunda koyduğu kanuna "Boyle kanunu" denir. Bu kanuna göre, sıcaklık derecesi değişmemek koşuluyla, bir gazın oylumu belirli bir oranda küçülünce basıncı aynı oranda büyür; oylumu büyüyünce basıncı aynı oranda azalır. Yani bir gazın basıncını iki katına çıkarırsak, oylumu yarıya iner. Boyle'dan yüz yıl sonra Jacques Charles (1746-1823), basınç aynı kalmak koşuluyla, gazın oylumunun mutlak sıcaklığı ile orantılı olduğunu kanıtladı. Boyle'un ve Charles'ın kanunları birleştirilerek şu temel gaz kanunları kondu: $PV = RT$. Burada P basınç, V oylum, R sabit bir katsayı, T de gazın mutlak sıcaklığıdır.

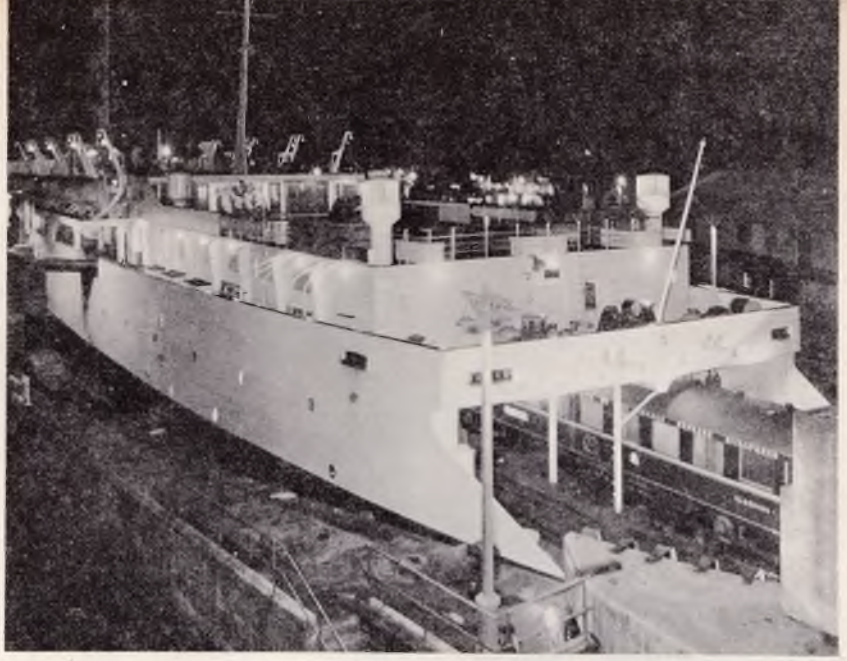
# Gemiler

Çeşitli boyda, biçimde gemiler dünyanın her yanına yolcu, posta, yük taşımak üzere okyanuslarda gider, gelir. Güçlü, manevra yeteneği yüksek "römorkörler" büyük gemilere limana girerken kılavuzluk eder. Kışın kuzey denizlerinde gemi yollarını açık tutmak için kalın tekneli "buzkıranlar" çalışır. "Kablo gemileri" sualtı telefon kablolarını döşer. Gemilerin işlediği kanalların derin ve gemiciliğe elverişli tutulmasını "tarak gemileri" sağlar. "Fener gemileri" başka gemileri tehlikelere karşı uyarır. "Balina gemileri"yle balina avcılığına çıkılır, vb. gibi.

YOLCU GEMİLERİ

En büyük yolcu gemileri Avrupa ile Amerika Birleşik Devletleri arasında işleyen transatlantiklerdir. Bunların en büyüğü ve uzunu ise "France" dir. Bu transatlantiğin uzunluğu 310 metreyi bulur. Gemi 2.000'i aşkın yolcu taşıyabilir. Müretebatının sayısı bile bini aşar. Normal hızı 30 deniz milidir (saatte 56 Km.). France'dan sonra ikinci büyük transatlantik 289 m. uzunluktaki Queen Elizabeth 2"dir. Gene Cunard'ın yapıtı olan Queen Mary" ile "Queen Elizabeth" 1960' larda hizmetten çekilmiştir.

Bir yolcu gemisini öbür gemilerden ayıran özelliği, teknesinin üzerinde yükselen üst yapısıdır. Yolcu gemilerinde beş ya da daha çok sayıda güverte bulunur. Bu güvertelerde oturma odaları, kamaralar, salonlar, kaptan köprüsü, güneşlenme yerleri, vb. gibi vardır. En modern gemilerde üst yapı alüminyumdandır.



Manş Denizi'ndeki limanlar arasında işleyen tren vapurlarından biri. Alt güvertedeki demiryolu rayları limandaki raylara kenetlenir. Böylece vagonlar kolayca gemiden karaya çıkarılır.

Dünyanın en büyük yolcu gemisi "France"ın boyu 310 metredir. 1961'de Atlas Okyanusu'nu aşmak üzere denize indirilen geminin boyu, o güne kadar dünyanın en büyük gemisi ünvanını koruyan "Queen Elizabeth"inkinden 120 cm. daha uzundur.

Yolcuların daha rahat ve güvelikte olmalarını sağlamak amacıyla büyük yolcu gemilerinin çoğunda stabilizatörler vardır. Bunlar kötü havalarda geminin yalpalamasını azaltmaya yarar. Stabilizatör teknenin su altında kalan kısmının iki yanından dışarıya doğru çıkan bir tür yüzgeçtir. Gemi yalpalamaya başlayınca, otomatik olarak gemiyi ters yöne doğru yalpalatmaya çalışır. Böylece geminin yalpalamasını hafifletir. Büyük okyanus yolcu gemilerinde ayrıca en modern denizcilik aygıtları da bulunur. Örneğin "Queen Elizabeth 2"de uydular aracılığıyla haberleşmeyi sağlayan bir denizcilik sistemi vardır.

FERİBOTLAR

En ünlü feribotlardan bir kısmı Manş Denizi'nde, Fransız limanları ile İngiliz limanları ara-

sında çalışır. Örneğin Dover-Calais, Newhaven-Dieppe arasında feribot seferleri vardır. Manş Denizi'nde çalışan yolcu feribotları hem yolcu, hem posta, az miktarda da yük taşır. Feribotun uğradığı her iki limanda da yolcuları ve malı hedefine ulaştırmak için demiryolları vardır. Feribotların motorları çok güçlüdür. Öyle ki, her türlü hava koşulunda seferlerini tamamlayabilirler. Çoğunda deniz çok dalgalı olduğu vakit yolcuların rahatsız olmamaları için stabilizatörler vardır.

Yolcu feribotlarının yanısıra, Manş Denizi'nde "araba vapurları" ve "tren vapurları" da çalışır. Araba vapurları hem yolcu, hem motorlu taşıt taşır. Genellikle bütün güverte altı arabalara ayrılmıştır. Tren vapurları ile daha çok yataklı vagonlar taşınırsa da, bunlar da yolcu, otomobil, kamyon taşıyabilir. Bu tür vapurların güvertesinde raylar vardır; gemi limana yanaşınca bu raylar limandaki demiryoluna kenetlenir.

YÜK GEMİLERİ: ŞİLEPLER

Denizlerde binlerce şilep limandan limana yük taşır. Bunların bazıları aynı zamanda birkaç yolcu da alır. Düzgün seferler yapan yük gemileri olduğu gibi, tarifesiz işleyen şilepler de vardır. Bunlar ticaret amacıyla, mal taşımak gerektikçe çalışır.

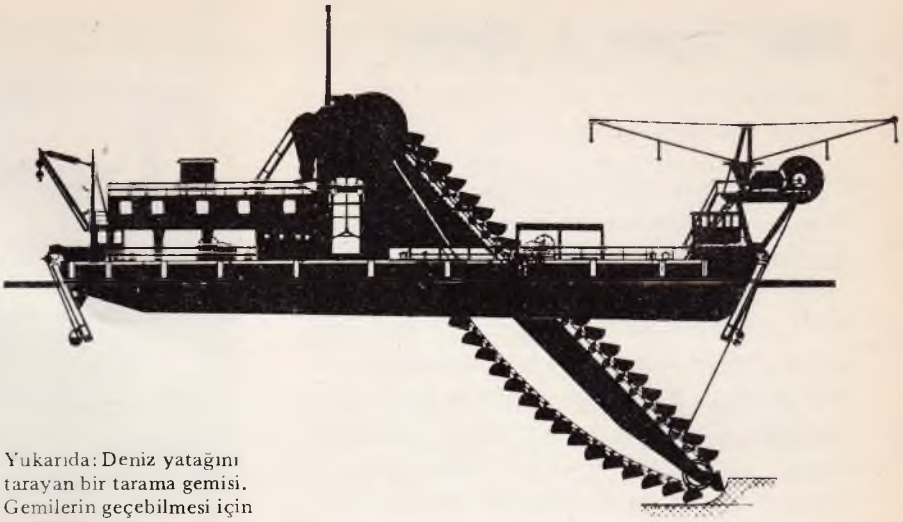
Çoğu yük gemileri değişik nakliyeciler adına çeşitli yük taşır. Mallar güverte altındaki ambarlara yerleştirilir. Güverte üstünde ise kısa, bodur direkler vardır; bunlara uzun dikmeler tespit edilmiştir. Dikmelerin tepesinde makaralar vardır. Mallar bunların ve vinçlerin yardımıyla gemiye yüklenip boşaltılır.

Ağır yük gemileri örneğin kömür, petrol, şeker, maden, tahıl gibi oylumlu yükleri taşımak üzere özel biçimde yapılmış gemilerdir. Petrol taşıyan ağır yük gemilerine "tanker" denir. Bunları bazı özellikleri dolayısıyla ayrıca inceleyeceğiz. Ağır yük gemileri genellikle uzun, basık gemilerdir; motorları geminin arkasındadır.

TANKERLER

Petrol taşıyan tankerlerin kendine özgü bir biçimi vardır. Boyları çok uzundur; yüklü oldukları vakit büyük bir kesimleri suyun içine batar. Üst yapıları hemen hiç yoktur. En büyük tankerlerin çoğunda —ki bunların içinde boyu 330 metreyi geçenler vardır— motorlar, makineler, kaptan köprüsü ve yatacak yerler hep geminin kıçındadır. Bir kısmında ise kaptan köprüsü ile yatacak yerler geminin ortasında, ya da pruvada bulunur.

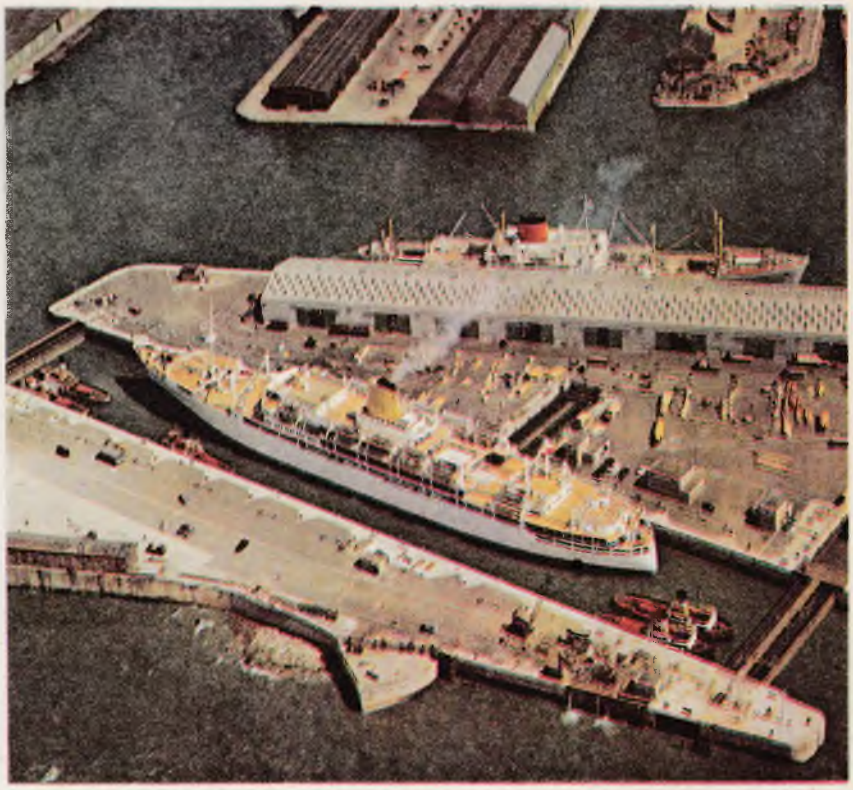
Tankerde ana yük ambarı, bölmelerle birçok değişik bölüme ayrılmıştır. Böylece kötü havalarda petrolün tehlikeli biçimde dışarı taşması önlenmiş olur. Petrol dışarı taşarsa, geminin alabora olmasına yol açabilir.



Yukarıda: Deniz yatağını tarayan bir tarama gemisi. Gemilerin geçebilmesi için gerekli derinliğin korunması bakımından, kanallarda tarama işlemi çok önemlidir.

Sağda: Dünyanın en işlek limanı olan Rotterdam Limanı'na girebilmesi için, 200.000 daralı bir tankerin yükü Kuzey Denizi'nde hafifletiliyor. Büyük tankerlerin sayısı arttıkça, bu tür bir işleme de giderek daha çok gereksinme görülmektedir.

Aşağıda: Limanda gemiler. Havuzdaki gemi bir yolcu gemisidir. Geminin muazzam üst yapısına dikkat edin. Aynı havuzda gemiyi liman bölgesinde manevra yaptırmaya yarayan romorkörler görülüyor. Daha ileride görülen gemi, aynı zamanda yolcu da taşıyan bir yük gemisidir. Geminin pruvasındaki ve kıçındaki maçunalara bakın.



# Gemi Yapımı ve İşleyişi

Gördüğünüz gibi, gemiler boyut, biçim ve daha birçok özellikleri bakımından birbirleriyle ayrılıklar gösterirler. Buna da şaşmamak gerekir; çünkü her gemi değişik amaçlarla ve değişik hızda yol almak üzere yapılmıştır. Değişik olan yalnız geminin su üstündeki bölümü değildir. Gemilerin suyun altında kalan kısmı da birbirinden değişiktir. Genellikle geminin teknesi elden geldiğince akış çizgisi biçiminde yapılır. Böylece suyun direncinin, ya da çekişinin elden geldiğince az olmasına çalışılır. En ideal akış çizgisi biçimi, uzatılmış bir gözyaşı damlası biçimidir.

Gemi planı çizen kimseye "gemi mimarı" denir. Gemi mimarı uygun bir gemi projesi hazırladıktan sonra, bir deneme havuzunda maket gemilerle birçok deneme yapar. Gerçek büyüklükteki geminin denizde karşılaşabileceği çeşitli koşulları taklit ederek, proje üzerinde buna göre değişiklikler yapar. Maketler üzerindeki deneylerinden yeterli sonuçlar alınca, geminin ayrıntılı projelerini çizmeye koyulur. Gemi işte bu projelere uygun olarak yapılır.

Geminin teknesi de, birçok başka bölümü de binlerce çelik levhanın birbirine eklenmesi yoluyla yapılır. Eskiden bu iş "perçinleme" yöntemi ile yapılırdı: levhalar birbiri üzerine bindirilir, üzerlerindeki deliklerden akkor halinde çiviler geçirilerek çakılırdı. Bugün ise hemen bütün gemiler "kaynak" yöntemiyle yapılıyor; yani çelik levhalarda ek yeri daha sağlam olduğu gibi, levhaların birbiri üzerine bindirilmesi gerekli olmadığından, geminin ağırlığı da daha azdır. Önce levhalar standart ölçüdeki çelik levhalardan istenen biçimde kesilir. Kesme işlemi elle yapılır. Kıvrılıp eğim verilmesi gereken levhalar —örneğin geminin pruvasındaki ve kıçındaki levhalar— muazzam büyüklükte hidrolik preslerde biçimlendirilir.

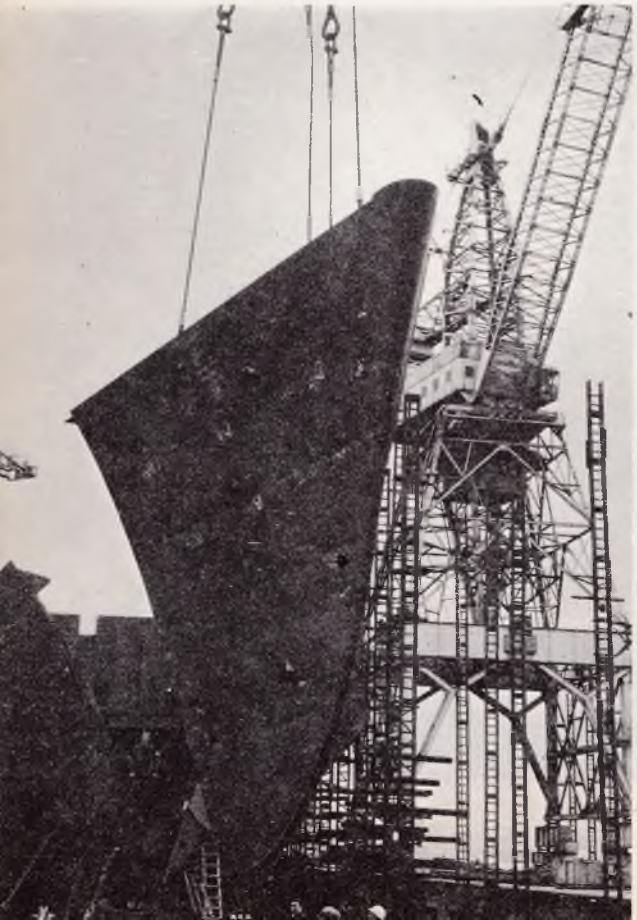
Bugün gemilerin çoğu "prefabrikasyon" yöntemiyle yapılmaktadır. Teknenin bütün bölümleri üstü kapalı bir montaj atelyesinde hazırlanır. Sonra bunlar kızak yerinde birleştirilip monte edilir. Bu yöntem teknenin levha levha, açık havada yapılmasından çok daha hızlı sonuç verir.

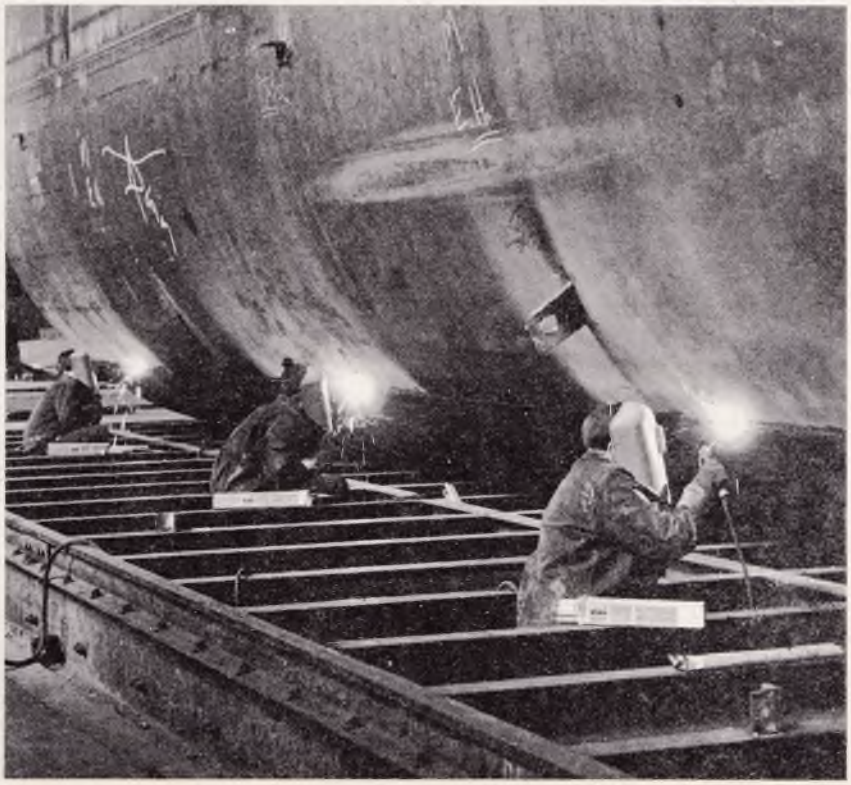
Tekne biçimini alınca, çevresine bir yapı iskelesi kurulur. Bu iskelede önce kaynakçılar, sonra da boyacılar çalışır. Ağır makinelerin çoğu teknenin inşası tamamlanmadan önce, güvertelerin altına yerleştirilir. Sonra gemi yağlı tahtadan bir kızağa alınır, yedekte çekilerek donatım atelyesine getirilir. Burada geri kalan makineler takılır, üst yapı eklenir, kamaralar döşenip süslenir. Sıra şimdi geminin denizde denenmesine gelmiştir. Geminin istenen nitelikte olup olmadığı bu deneme sonunda anlaşılır.

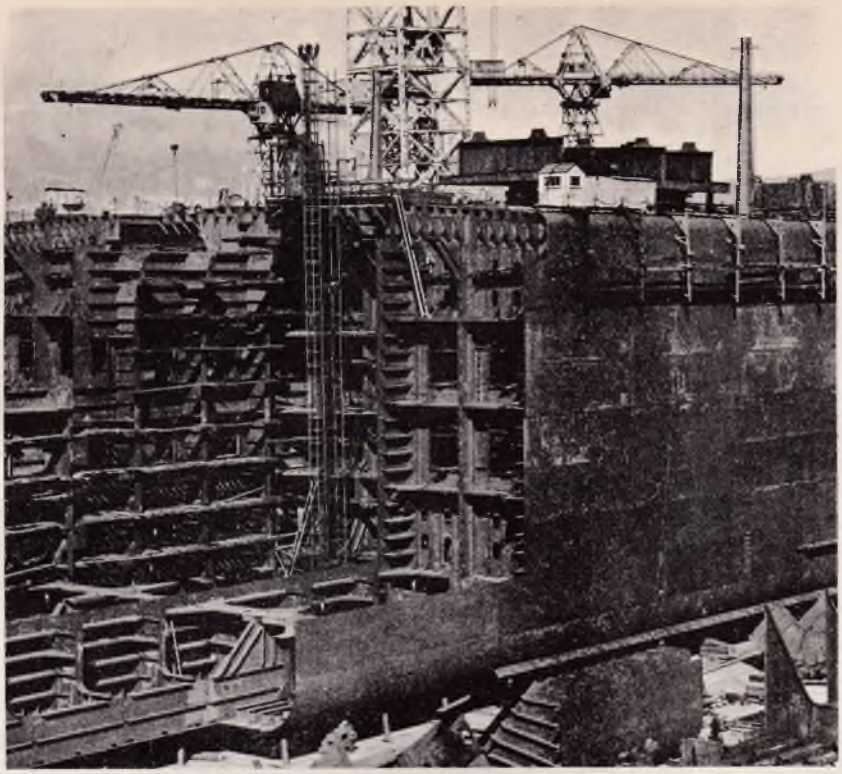
## GEMİNİN İŞLEYİŞİ

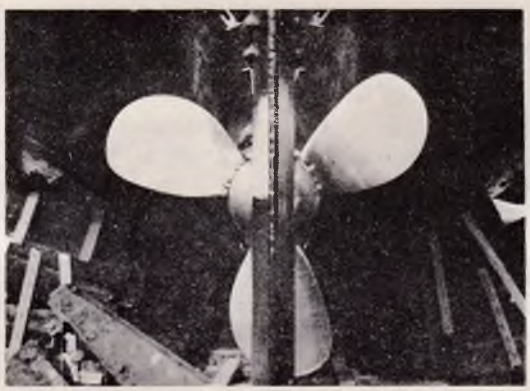
Gemi teknesinin alt kesiminde, makine dairesinde geminin pervanelerini döndüren güçlü makineler vardır. Bir gemi pervanesinde üç ya da daha çok sayıda kıvrık kanat bulunur. Pervane dönünce, önündeki suyu emip arkaya iter. Bunu elektrikli bir vantilatörün havadaki işleyişine benzetebiliriz. Suyun itilişi pervaneleri dönmeye

Bugünkü gemilerin tümü kaynakla birbirine eklenmiş çelik levhalardan yapılmıştır (sağda). Gemi yapımında prefabrikasyon tekniklerinden geniş ölçüde yararlanılır. Geminin bütün parçaları monte edildikten sonra kaynakla birleştirilir (solda).









Yukarıda: Bir gemi teknesi yapı iskelesinde biçimini alıyor. Solda: Tipik bir gemi pervanesi. Gemi pervanesi yapımında en çok kullanılan malzeme fosfor tuncudur. Bu alaşım kolay işlenebildiği gibi, paslanmaya karşı da çok dayanıklıdır. Aşağıda: Teknesinin yapımı tamamlanmış, boyanmış bir gemi kızaktan denize indiriliyor. Gemi bundan sonra donanım bölümüne gidecek ve geri kalan kesimleri tamamlandıktan sonra denizdeki ilk denemeler yapılacaktır.

zorlar. Böylece gemi ileriye doğru yol alır. Gerçekte pervane adeta bir vida gibi suyu deler.

Çoğu gemilerde gerekli enerji buhar makineleriyle sağlanır. Bunların başında pistonlu buhar makineleri ile buhar türbinleri gelir.

Bugün gemilerin büyük çoğunluğunda buhar türbinleri kullanılıyor. Geminin kazanlarından gelen yüksek basınçlı buhar türbin dönecinin kanatları çevresinde döner. Döneç, çarklar aracılığıyla pervaneyi döndürür.

Buhar elde etmek için gerekli olan sıcaklık yakıt yakılarak sağlanır. Genellikle yakıt olarak mazot kullanılır. Mazot kazanın altındaki ocakta yakılır. İki ana çeşit kazan vardır: 1) "Ateş borulu kazan" (Iskoç kazanı), 2) "Su borulu kazan". Ateş borulu kazanda ocaktan gelen sıcak gazlar, kazan suyunun içindeki borulardan geçer. Su borulu kazanda ise ocak gazları, içinden kazan suyunun geçtiği boruların üzerinden geçer. Bu ikinci tür kazan daha yeterli olduğundan, bugün gemilerin çoğunda yeğ tutulmaktadır.

Son yıllarda yapılan denizaltılarla, deniz üstünde yol alan bazı gemilerde nükleer reaktörler vardır. Bunlar ısı üretmeye yarar. Isı suyu buhara çevirir, buhar da geminin türbinlerini döndürür (Bk: Sayfa 34). Reaktör çekirdeğindeki uranyum atomlarının fisyonu ya da parçalanması sonucunda meydana gelen ısı, bir ısı değiştiriciden geçer ve suyu buhara dönüştürür. Pistonlu buhar makineleri ise bazı eski gemilerde kullanılır. Ancak bunlar buhar türbinlerinden çok daha yetersizdir. Bu makinelerde buhar kapalı silindirler içindeki pistonları ileri-geri hareket ettirir. Bu ileri-geri hareket daha sonra bir dönme hareketine çevrilerek pervanelerin dönmesi sağlanır.

# Denizaltılar

Deniz yüzeyinin altında bugüne dek yapılmış dünyanın en korkunç savaş gemileri, denizaltılar dolaşır. Son yıllarda yapılan nükleer denizaltılarda nükleer patlayıcılı güdümlü mermiler kullanılıyor; "Polaris" gibi. Bu güdümlü mermiler su altından binlerce kilometre uzaktaki hedeflere fırlatılabiliyor. Nükleer denizaltıların su altındaki hızı 45 deniz milini (saatte 85 Km.) bulur. Bunlar yakıt ya da hava yanilemek için su yüzüne çıkmaya gereksinme göstermeden, aylarca deniz altında kalabilir.

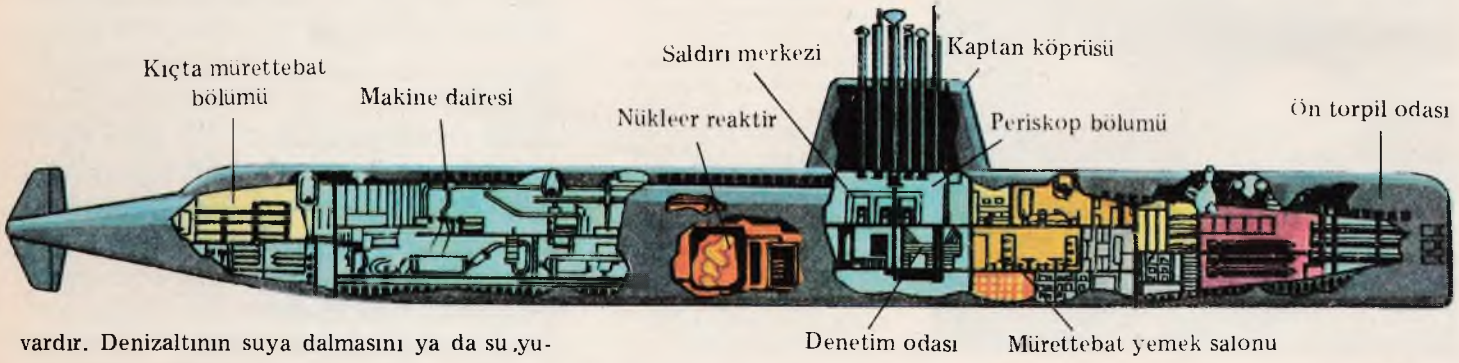
Denizaltı, yapısı bakımından öbür gemilere benzerse de, birtakım farklılıklar da gösterir. En önemli farkı iç içe iki tekneden meydana gelmiş olmasıdır. Ayrıca tekne daldığı zaman su almayacak biçimde yapılmıştır. Dalış sırasında içeriden sımsıkı kapatılır. Tekne suyun 100 m., hattâ daha derinlerine dalacak biçimde yapılmıştır. Denizaltı bir bakıma iç içe konmuş iki mektup zarfına benzer. Bu iki zarf arasında bir boşluk vardır. Denizaltının suya dalmasını ya da su yüzüne çıkmasını sağlayan bu boşluktur. Denizaltı dalacağı zaman, suyun boşluğa dolması için dış teknenin üzerindeki kapaklar açılır. İçerideki hava boşluğun üst yanındaki deliklerden dışarı çıkar. Suyun dolmasıyla ağırlaşan denizaltı, yavaş yavaş sulara gömülür. Geminin su altında istenilen derinlikte durabilmesi için, makinelerin çalışması gereklidir. Ayrıca iki yandaki yatay dümenler de teknenin sağa, sola yatmasını önler. Su yüzüne çıkmak içinse, bu işlemlerin tam tersi yapılır; yani iki tekne arasındaki boşluğa hava dolması sağlanır.

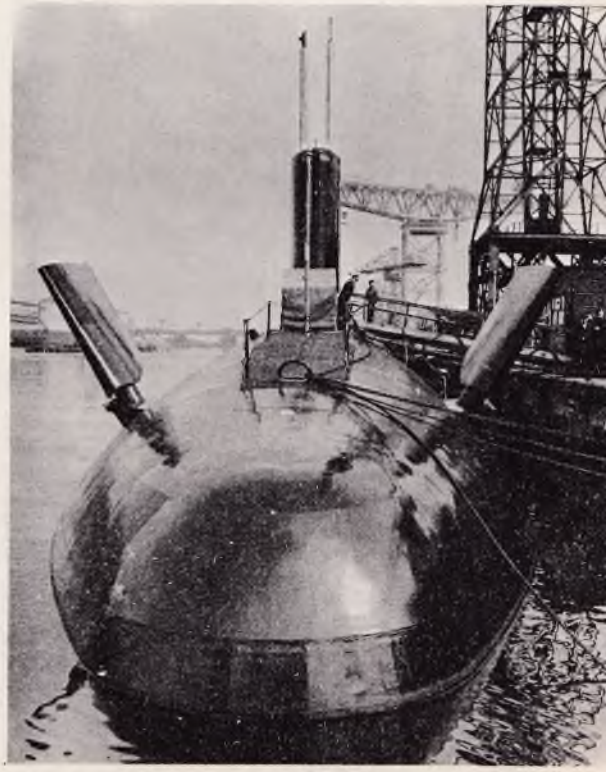
Denizaltı dalınca daha çok su basıncıyla karşılaştığından, hızı azalır. 1902'den sonra denizaltılara "periskop" konmuştur. Bu aygıt denizaltıdakilerin su yüzünü görmesini sağlar. Ancak ononbeş metreden derine inilince periskop da suyun içinde kaldığından, denizaltının dışarıyla tüm bağlantısı kesilir. Bu gibi durumlarda denizaltı komutanı tekneyi pusula ve "giroskop" yardımıyla yönetir.

Nükleer denizaltılara enerjiyi bir buhar türbini sağlar. Suyu buhara dönüştürmek için gerekli ısı bir nükleer reaktörden elde edilir. Elde edilen buhar türbinleri döndürür. Nükleer reaktörün en büyük üstünlüğü, çalışmak için havaya gereksinme göstermemesidir. Dolayısıyla su yüzünde işleyebildiği gibi, su altında da işleyebilir. Bu sayede nükleer denizaltılar çok uzun süre denizin altında kalabilmektedir.

Geleneksel bir denizaltıda iki tür sürüş vardır. Denizaltı su yüzündeyken, sürüşü bir diesel motoru sağlar. Bilindiği gibi, diesel motorunun çalışabilmesi için havaya gereksinme vardır. Denizaltı suya dalınca da, akümülatörlerin çalıştırdığı elektrik motorlarını kullanır. Bu motorlar çalışmak için havaya gereksinme göstermez. Ancak bunların da bir sakıncası vardır: Akümülatörler boşalır. Bundan dolayı akümülatörlerin düzgün aralıklarla elektriksel bakımdan doldurulmaları gereklidir. Doldurma işlemi su yüzünde, bir elektrik jeneratörü kullanılarak yapılır. Elektrik jeneratörünü de, az önce değindiğimiz gibi, çalışmak için havaya gereksinme gösteren bir diesel motoru çalıştırır. Bu işlemler yapıldığı sırada, denizaltı dışarıdan gelecek saldırılara karşı son derece duyarlıdır.

ABD'nin ilk nükleer denizaltısı "Nautilus"un planı. Bugün ABD donanmasında 40'ı aşkın nükleer denizaltı vardır. Bunlar sualtından atılabilen nükleer patlayıcılı güdümlü mermilerle donanmıştır.



İngilizler'in nükleer denizaltılarından biri Portsmouth Tersanesi'nde. Denizaltının soğan biçimindeki pruva bölümüne dikkat edin. Bu biçim, denizaltıya su altında mükemmel bir hareket kolaylığı sağlar. İki yandaki dalıcı yüzgeçler denizaltı işler durumdayken yatay durur.

# İNDEKS


A

Abaküs 104
Agrandisör 50
Ahar 61
Akım 76
Akrilik 36
Aktinit 28
Aktinyum 27
Akümülâtör 17
ALDRİN, Edwin 22
Alfa Işınımı 29
Alternatif Akım 81
Alternatör 80
Altın 27
Alüminyum Oksit 27; 87
Amerika B. D. 20
Amerikyum 27
Amper 76
AMPERE, Andre-Marie 76;79
ANDERS, William 22
Anot 98
Antimon 27
Antrasit 70
Apollo 24
Apollo-4 22
Apollo-12 22
Apollo-13 22
Apollo-14 22
Apollo-16 22
Apollo-17 22
Apollo-Soyuz 23
Apollo-Saturn-V 9
Araştırma Uyduları 16; 17
Argon 27
Arıkil 84
Aritmetik Ünitesi 104;105
Armatur 80
ARMSTRONG, Neil 18;22
Arsenik 27
Arşimet İlkesi 108
Astatin 27
Astronot 18
Atom 26; 76
  Atom Bombası 34
  Atom Enerjisi 33
Ay 9
  Ay'a Yolculuk 24
  Ay Modülü 18; 24; 25
  Ay Örümceği 18
Aynalar 44
Aynştayniyum 27
Azot 27

B

BABBAGE, Charles 104
Bakalit 36; 40
Bakır 27
BANDOT, Emile 92
Bant (Teyp) 97
Banyo 48; 50
Barometre 108
Baryum 27
Basınç 108
  Atmosfer Basıncı 109
  Hava Basıncı 109
Baskı 64
  Tipo baskı 64
  Taş baskı 64
  Tifdruk baskı 64
BEAN, Alan 22
BECEQUEREL, Antoine Henri 32
BELL, A. Graham 94
Bellek Ünitesi (bilgisayar)104
Berilyum 27
Berkelyum 27
Berliner 96
Beş Üniteli Şifre 92
Beta Işınımı 29
Bilgisayar 104
Billur 88
Bizmut 27
Bobin 79; 80
BORMAN, Frank 22
Brom 27
Buhar Makineleri 68
Buharlaşma Isısı 67
Buji 87
Buzkıran 110
BRANCA, Giovanni 69

C, Ç

Cam 88,89 - 91
  Dağılmaz cam 89
  Optik cam 89
  Cam yünü 91
  Pencere camı 91
  Tav verme 89
Chincom-1 22
Cıva 27
COLLINS, Michael 22
CONRAD, Charles 22
Cosmos 22
Curie 22
Çekirdek (atom) 26; 82
Çevirim Tablosu 67
Çin 22
Çinko 27
Çinliler 20; 60
Çok Kısa Dalgalar 43
Çok Yüksek Frekanslı 43
Çömlekçilik 84
  Çömlekçi çarkı 85
  Atma 85
  Camlaşma 85
  Sırlama 84; 86

D

Dalga Uzunluğu 42
Damıtma 75
Dedektör 100
Demir 27
Demiryolları 52; 58
Denetim Ünitesi (bilgisayar) 104
Denizaltı 114
Denizcilik Uyduları 13
Depolarizer 77
Desibel 107
Developman 48; 50
Dışbükey 45
Diesel-Elektrik 54
Dinamo 80
Diot 98
Direnç 76
Dispproposyum 27
Diyafram 49
Dizgi 64
DOBROVOLSKİY, Georgiy 22
Doğal gaz 72
Doğal plastikler 40
Doğru Akım 80
Doğrultmaç 98
Doppler Etkisi 107
DUKE, Charles 22

E

$E = mc^2$ Denklemi 33
Ebonit 63
Echo-1 21
EDİSON, Thomas 96
Egzost 71
EINSTEİN, Albert 32
Elektrik 76
  Statik elektrik 77
  Elektrik motorları 80
  Elektrik santralları 81
  Elektrikli Göz 50
Elektrolit 77
Elektroliz 77
Elektrot 77; 98; 99
Elektromanyetizma 78
Elektromıknatıslar 79
Elektron 26; 28; 76
Elektron Tabancası 99
Elektronik 98
Elektronik Tayf 42
Elemanlar 26; 28
Emay 86
Enerji 81
Enerjisiz Uçuş 16
En-Yüksek Frekanslı 43
Erbiyum 27
Ergime Isısı 67
EVANS, Ronald 22
Evropyum 27
Explorer-1 20

F

FARADAY, Michael 79
Fay 73
Feldpat 84
Feribot 112
Fermiyum 27
Fiksatif 50
Filigran 61
Filim 48; 49
Fisyon 33; 81
Flaş 50
Flüor 27
Flüoresan 99
Fonoğraf 96
Formaldehit 40
Formika 41
Fosfor 27
Foto-Elektrik 101
Fotoğraf 48

Fotoğraf makineleri 49
Renkli fotoğraf 51
Fotogravür 65
Fransa 21
Fransiyum 27
FRAUNHOFER, Joseph von 47
Frekans (elektrik) 42
Frekans (ses) 106
Radyo frekansı 100; 102
Fren 109
Friendship-7 21
Füniküler 53
Füze 9
Sıvı Yakıtlı Füzeler 10
Kuru Yakıtlı Füzeler 11
Füzyon 34

## G

G-Kuvvetleri 18
Gadolinyum 27
GAGARİN, Yuriy 18; 21
Galyum 27
Gamma Işınımı 29
Gazlar 109
Gazometre 71
Geçiş Elemanları 28
Gelgit 83
Gemiler 110; 111
Gemi yapımı 112
Gemini'ler 21
Gemini-Titan 9
Genleşme 66
Gerilim 76
Germanyum 27; 99
GILBERT, William 78
GLENN, John 21
GODDARD, Robert Hutchings 20
GORDON, Richard 22
Gölge Maskesi 103
Görev Tanımlaması (Bilgisayar) 105
Granit 84
Gravür 65
Gramofon 96
Greşka, G. 23
GUTENBERG, Johannes 64
Güdümlü Mermi 11
Gümüş 27
Güneş Pilleri 14

## H

Haberleşme Uyduları 13
Hafniyum 27
HAISSE, Fred 22
Halojenler 28
Helyum 27
HENRY, Joseph 79
Hesap Makinesi 104
Hızölçer 104
Hidrojen 27
Hidrojen bombası 33
Sıvı hidrojen 10
Hidroelektrik 81; 82
Hidroelektrik santralları 108
Hidrokarbon 72
Hidrofon 106
Hidrolik Pres 109
Hidrometre 108
Hidrostatik 108; 109
Hiroşima 34
Holmiyum 37

## I, İ, J

Isı 66
Işık 44
Monokromatik ışık 42
Işıma 33
Işınım 67

İçbükey 45
İletim 67
İndiyum 27
İridyum 27
İRWİN, James 22
İterbiyum 27
İtici Türbin 69
İtriyum 27
İyonosfer 101
İyot 27
İzotop 29

Japonya 22
Jeneratör 77; 80; 81
Jet Motoru 10
JOULE, James Prescott 66
Jüpiter 17

## K

Kadmiyum 27
Kâğıt 60; 61
Kalay 27
Kaliformiyum 27
Kalsiyum 27
Kalsiyum oksit 88
Kamera 48
Kaolin 84
Karbon 27
Karbon Çağı 70
Katalizör 75
Katot Işını 105
Katot ışını tüpü 98
Kauçuk 62
Nitril Kauçuğu 63
Stiren-bütadyen kauçuğu 63
Kaynak 112
Kazein 36
KEPLER, Johannes 20
Kırılma 44
Kısa Dalga 43
Kiklotron 31
Kil 84
Kilometre Saati 104
Kireç 88
Klistron 99
Klişe 65
Klor 27
Kobalt 27
Kolektör (televizyon) 102
Kolimatör 47
Komuta Modülü 18
Kondüksiyon 67
Konveksiyon 67
Kozmik-B 23
Kozmonot 18
Kosmos-782 23
Kömür 70
Kraft Hamuru 60
Kraking 75
Kripton 27
Kristal 88
Krom 27
Ksenon 27
Kurşun 27
Kurşun-206
Kurtulma Hızı 17
Kuvarz 89
Kükürt 27
Küriyum 27

## L

Lantan 27
Lateks 62
Lavrensiyum 27
LEONOV, Aleksey 21; 23
Lignin 60
Linotip 64
Linyit 70
Lityum 27
Lokomotif 52
Buharlı lokomotif 53; 56
Diesel 54
Elektrikli 54
Gaz-türbinli 55
Longplay (uzunçalar) 96
LOVELL, James 22
LPG (liquid prtroleum gas: sıvı petrol gazı) 72
Luna 21; 22
Lunik 20
Lunohod-1 22
Lütasyum 27

M

Maden Kömürü 70
Magnezyum 27
Manganez 27
Magnetron 99
Manyetik Alan 79
Manyetik Kutuplar 79
Manyetit 78
Manyetizma 76
MARCONİ, Guglielmo 100
Mariner-1 16
Mariner-2 21
Mariner-9 22
Mariner-10 23
Mars-1 17; 21; 22
Mars-5 23
MATTİNGLY, Thomas 22
Marşandiz 58
Melamin 36
Mandelevyum 27
Mercekler 45
Mercury-Atlas 9
Merkür 17
Meteoroloji Uyduları 13
Metro 57; 59
Mıknatıs 78
Mıknatıs Taşı 78
Mikrofon 94; 97
MİTCHELL, Edgar 22
Modülasyon 100
Amplitüd modülasyonu 101
Frekans modülasyonu 101
Molibden 27
Mono (plak) 96
Monokromatik Işık 42
Monotip 64
Morötesi Işıma 43
MORSE, Samuel 92
Morse Alfabesi 92
Mylar 97

N

Naylon 36
Negatif (fotoğraf) 50
Neodim 27
Neon 27
Neptunyum 27; 31
Newton, Isaac 20
NEWCOMEN, Thomas 69
Nikel 27
Nitril kauçukları 63
Niyonyum 27
Nobelyum 27
Nötron 26
Nükleer Elektrik Santralları 81; 82

O

OBERTH, Hermann 20
Objektif 49
Obtüratör 49
Odun hamuru 60
OERSTED, Hans Christian 79
Ofset-Lito 65
Oksidant 10
Oksijen 27
Oküler 45
Orta Dalga 43
Osiloskop 99
Osmiyum 27
Osumi 22

P

Palladyum 27
Parafin 10
Parking Yörüngesi 24
PARSONS, Charles 69
PATSAYEV, Viktor 22
Pelton Çarkı 82
Pentot 98
Perçinleme 112
Periyodik Sistem 27
Periyot 28
Perspeks 36
Petrol 72
Pil 77
Pioneer'ler 20; 22
Pişmiş Toprak 84
Plak 96
PLANCK, Max 32
Plastikler 38
Plastik tutkallar 38
Sentetik Plastikler 40
Plastisol 40
Platin 27
Plutonyum 27; 31
Polonyum 27
Polimerizasyon 38; 40
Polimerler 38
Polipropilen 36
Politetrafluoretilen 37; 38
Polistiren 36
Politen 37
Poliyester 37; 91
Polivinil-Klorid 38
Porselen 84
Kemik porseleni 85
Potasyum 27
Pozometre 50
Prazeodinyum 27
Prizma 47
Programlayıcı 105
Prometyum 27
Protaktinyum 27
Proton 26; 76
Pusula 79
PVC 97

R

Radon 27
Radyasyon 33; 67
Radyo 100
Radyo Dalgaları 42; 43
Radyoaktif Jeneratör 14
Radyoaktivite 29
Radyum 27
Rafineri 75
Ranger 16
Ray 56
Reaktörler 34; 82
Renkler 46
Renkli Fotoğraf 51
Renyum 27
Retro-Roketler 19
Rezonans 107
Rodyum 27
Roket 9
Roket motoru 11
ROMENKO, Y. 23
ROOSE, Stuart 22
Rotor 55
Rotor endüi 80
Römorkör 110
Röntgen 43
Röntgen ışınları 42
Rubidyum 27
Rutenyum 27
RUTHERFORD, Lord 29; 32

S, Ş

Salyut'lar 22; 23
Samaryum 27
Satürn-5 22; 24
SAVERY, Thomas 69
SCHMITT, Harrison 22
SCOTT, David 22
Selon 27
Selonitler 79
Selüloit 37
Selüloz Asetat 37
Senkronizasyon 102
Sentetik Plastikler 40

Sentetik Değerli taşlar 87
Seramik 84
Servis Modülü 18
Seryum 27
Ses 106
Ses dalgaları 106
Ses kaydı 96
Seselim 117
Sezyum 27
SHEPARD, Alan 22
SHUANG CHENG TSU 22
Silikon 37
Silikon Kauçuğu 63
Silisyum 27; 40; 99
Silisyum kauçuğu 63
Erimiş silis 89
Sinema 51
Sismograf 73
Sıcak Siperi 19
Sırlama (Çömlekçilik) 84
Sıvı Hidrojen 10
Sıvı Petrol Gazları 72
Skandiyum 27
Skylab 23
Soda 88
Sodyum 27
Sodyum Oksit 88
Sondaj 73
Sovyetler Birliği 20
Soy Gazlar 28
Soyuz'lar 9; 22; 23
Spektroskop 47
Sputnik'ler 20
Stabilizatör 110
STAFFORD, T.P. 23
Stator 69
STEPHENSON, George 56
Stereo 96
Stiren-Bütadyen 63
Stronsiyum 27
Surveyor 16; 21
Süsleme (Cam) 90
SWİGERT, John 22

Şilep 111
ŞUANG ÇENG TSU 22

T

Talyum 27
Tanker 10
Tantal 27
Teflon 37
Teknetyum 27
Tek-Renkli Işık 42; 102
Teleferik 53
Telefon 94; 95
Telefon santralları 95
Teleks 93
Telemetri 14
Teleskop 47
Tele Tayp 92; 93
Televizyon 100-103
Televizyonda iletim 101
Renkli televizyon 102
Televizyon alıcısı 102
Telgraf 93
Tellür 27
Telstar 21
Temel Nota 107
Tepkili Türbin 69; 83
Terbiyum 27
TEREŞKOVA: Valentin 21
Termiyonik 98
Termometre 66; 104
Tetrod 98
Teyp 97
Tifdruk 66
Tiros-1 21
Titan 27
Toryum 27
Toryum-234 30

Tramvay 52
Transformatörler 80
Transvers Dalgalar 42
Tren 52
Tek raylı 53
Elektrikli 57
Yolcu treni 58
TREVITHİCK, Richard 56;69
Triot 98
TSIYOLKOVSKIY, Konstantin 20
Tuğla 86
Tel-kesme 86
Burgu 86
Ateş tuğlası 87
Tungsten 27
Turba 70
Tülyum 27
Tüp (elektronik) 98
Türbinler 68; 81; 82; 83
Buharlı türbin 81
İtmeli türbin 82
Su türbinleri 81; 82
Türbo-Alternatör 81
Türbo-Jeneratör 81

U, Ü

Uçaksavar 11
Ultraviyole 43
Uranyum 27; 29; 34
Uranyum-238 30
Uydular (yapay) 13
Uzay 9; 18
Uzay gemisi 18
Uzay giysileri 18
Uzun Dalga 43
Uzunçalar 96

Üre-Formaldehit 37

V, W, X

V-2 Roketi 20
Vakum 41
Vanadyum 27
Venus-9 23
Venüs 17; 21
Video-Teyp 102
Viking-1 23
Volinov, B. 23
VOLKOV, Vladislav 22
Voskhod-1 21
Volt 76
VOLTA, Alessandro 76
Voltaj 76
Vostok-1 9; 18
Vulkanizasyon 63

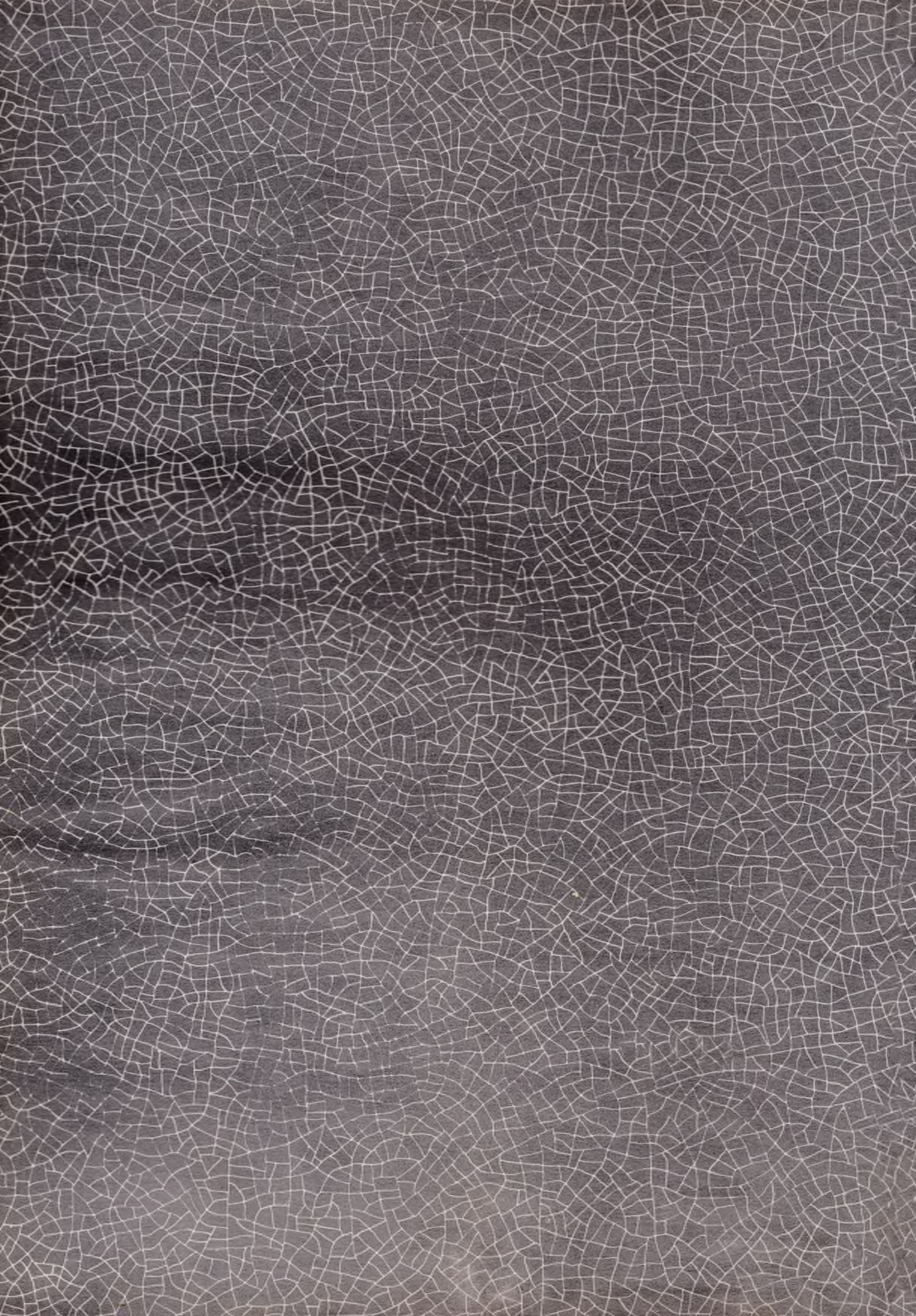
WATT, James 69
WHİTE, Edward 21
WORDEN, Al 22

X Işınları 43

Y, Z

Yakıt Hücresi 14
Yalıtkan 67; 87
Yansıma 44
Yapay Uydular 12; 13
Yarı-İletkenler 99
Yarı Ömür 30
Yer Kömürü 70
YOUNG, John 22
Yörünge 12; 24
Yumuşak İniş 19

Zincirleme Reaksiyon 33
Zirkonyum 27
ZOBOLOV, V 23
Zond'lar 16; 22



Bates

Bateş

# BİLİM ANSİKLOPEDİSİ

Uzaya gönderilen füzeler
USA
Sık Kullanılan Ayarlar
Kullanıcı tanımı
Girdi Ayarları
Kaynak Seçi
Plaka
Kağıt Feyi hiz
Tam Plaka
Renk Menü
Renki
206,4
296,6
mm
Çıkış Ayarları
Çıkış Çözünürlüğü
300
cp
Çıkış Feyi hiz
Esnek
206,4
296,6
100 %
Ver. Feyi hiz
24,44 MB
Resim Ayarları
Resim Ayarlama
Otomatik
Bu Geri Ünlü Maskesi
AÇIK
Perçelemey Kaldır
KAPALI
Tez ve Çizgiler Azalt
Yok
Sevkiyatı Düzeltmez
Yok
Gren Düzeltmez
Yok
Git Yer. Geçesini Düzeltmez
Yok
Özel
Varsayılanlar
Yakınlaştır
Önizleme
Tara
Tercihler...
Kapat